BHS I C 73 a-1

4

Handbuch

der

Eisenhüttenkunde

von

Dr. C. J. B. Karsten,

Königl. Preuß. Geheimen Ober-Berg-Rathe und vortragendem Rathe im Königl. Ministerio des Innern, Ritter des eisernen Kreuzes am weißen Bande, ordentlichem Mitgliede der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, und anderer gelehrten Gesellschaften ordentlichem und Ehren-Mitgliede.

Erster Theil.

Die Eigenschaften des Eisens.

K. P. BERG U. HÜTTEN AMT
BODEN
WÖHR

Zweite, ganz umgearbeitete Auflage.

Berlin,
bei Fr. Laue.
1827.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede

zur zweiten Auflage.

Dem Mangel an brauchbaren Schriften über das Eisenhüttenwesen kann ich nur allein den unverdienten Beifall zuschreiben, welchen mein Handbuch der Eisenhüttenkunde, nicht bloß in Deutschland, sondern auch im Auslande gefunden hat. Die Vergleichung der ersten Ausgabe mit der zweiten, welche ich der Prüfung und Beurtheilung der Leser hiermit übergebe, wird, wie ich hoffe, augenscheinlich darthun, daß ich die Unvollkommenheiten und die großen Mängel des Handbuches mir selbst keinesweges verhehlt habe. Obgleich ich nämlich keine Veranlassung fand, von dem früheren Plan bei der Bearbeitung der Gegenstände abzugehen; so wird es doch nur eines flüchtigen Blickes bedürfen, um zu der Ueberzeugung zu gelangen, daß die neue Ausgabe mit der älteren fast nichts weiter

als die Anordnung, oder als die Folgenreihe der abgehandelten Materien gemein hat, und daß sie in der speciellen Ausführung als ein ganz neues, von der ersten Ausgabe ganz verschiedenes Werk zu betrachten ist.

Die größere Vollständigkeit der neuen Auflage, bei welcher sich freilich ein größerer Umfang des Werkes nicht vermeiden ließ, wird man mir hoffentlich eben so wenig zum Vorwurf machen, als die Hinzufügung von mehreren Zeichnungen, welche zur Erläuterung des Vortrages wesentlich nothwendig waren. Daß die erste Ausgabe so kärglich mit Zeichnungen ausgestattet werden mußte, ist wohl eine große Mangelhaftigkeit derselben zu nennen. Auch bei dieser neuen Ausgabe hat es mir, um das Werk nicht zu sehr zu vertheuern, Ueberwindung gekostet, mich nur auf die Mittheilung der nothwendigsten Zeichnungen zu beschränken. Weil diese, mit wenigen Ausnahmen, nach wirklich vorhandenen und bewährt befundenen Ausführungen entworfen sind; so erhalten sie dadurch einen noch höheren Werth, indem sie zugleich als Musterblätter dienen können.

Es sind jetzt elf Jahre verflossen, seitdem dies Handbuch zuerst erschien, und dies ist der Zeitraum, welcher reich an neuen praktischen Erfahrungen und an theoretischen Aufschlüssen über die Erscheinungen bei der Eisenbereitung gewesen ist. Nicht bloß in den

europäischen Staaten, sondern auch jenseits des atlantischen Meeres, haben Bedürfniß und fortschreitende Intelligenz auf die Wichtigkeit des Eisenhüttengewerbes für die innere und die äußere Wohlfart der Länder hingewiesen, und zu einem regen Wetteifer in der Vervollkommnung der bestehenden Einrichtungen, so wie in der Einführung ganz neuer Fabrikationsmethoden Veranlassung gegeben. Bei diesen großen Fortschritten in der Technik, muß es wohl auffallen, daß man die Erkenntniß der Natur und der Eigenschaften des eigentlichen Gegenstandes der Industrie so sehr vernachläßigte, daß man, selbst in den neuesten und gründlichsten Schriften, die unrichtigsten Angaben über die Natur desjenigen Metalles findet, von dessen Benutzung das Bestehen der Staaten und die Befriedigung der Bedürfnisse und Bequemlichkeiten der menschlichen Gesellschaft abhängig geworden ist. Ob es mir gelungen, die Natur des Eisens richtiger als meine Vorgänger zu erforschen, und dadurch zugleich zur Vervollkommnung der praktischen Operationen bei der Eisenbereitung beizutragen, mögen sachkundige Richter entscheiden.

Ich habe es vorgezogen, das Werk, statt früher aus zwei, jetzt aus vier Bänden bestehen zu lassen. Von diesen handelt der erste von den physikalischen und chemischen Eigenschaften des Eisens; der zweite

von den Eisenerzen, von den Brennmaterialien und von den Gebläsen; der dritte von der Roheisenerzeugung und vom Gießereibetrieb, und der vierte von der Stabeisenbereitung und von der Stahlfabrikation. Diese, an sich ganz unwesentliche Einrichtung, wird dadurch sehr zweckmäßig, daß der Herr Verleger sich entschlossen hat, die Bände zu vereinzeln, um Denen, deren specielles Interesse nur auf einen Theil der Eisenhüttenkunde gerichtet ist, die Anschaffung zu erleichtern.

Berlin, am 3. August 1827.

Vorrede

zur ersten Auflage.

Die Resultate zwölfjähriger Beobachtungen, Erfahrungen und Versuche auf Eisenhüttenwerken, welche ich vermöge meines Amtes zu machen und anzustellen Gelegenheit hatte, würde ich noch nicht zu einem vollständigen System der Eisenhüttenkunde zusammenzutragen gewagt haben, wenn die Verpflichtung: die Eisenhüttenkunde auf der hiesigen Universität vorzutragen, mich nicht, fast wider meinen Willen, dazu veranlaßt hätte. Wer mit dem Zustande der Literatur des Eisenhüttenwesens vertraut ist, den kann es nicht befremden, daß ich bei meinen Vorträgen einen neuen und eigenthümlichen Weg einzuschlagen gezwungen ward: daß ich mich

daher bei der Bekanntmachung meines Systems und bei der öffentlichen Erscheinung meines Handbuch der Eisenhüttenkunde, nicht in dem Falle vieler Schriftsteller befinde, welche die Gründe hervorsuchen, warum sie die Zahl der schon vorhandenen Hand- und Lehrbücher noch um eins vermehren, sondern daß ich vielmehr den Wunsch auszusprechen habe, bald einen Nachfolger auf der neu betretenen Bahn zu finden, welcher, mit mehr Erfahrungen ausgerüstet, das Mangelhafte berichtige und das Fehlende ergänze, damit ein vollständiges System der Eisenhüttenkunde aufgestellt werden könne.

Einer näheren Erörterung über das von mir entworfene System bedarf es nicht, weil der ganze Zusammenhang desselben aus der Inhaltsanzeige von selbst hervorgeht. Es war zuerst mein Plan, nur einen Abriß des Systems für meine Zuhörer zu entwerfen und diesen meinen Vorlesungen als ein Compendium zum Grunde zu legen. Bei der Bearbeitung desselben fand ich indeß, daß es dem Zwecke: die wissenschaftliche Ausübung des Eisenhüttenwesens zu verbreiten, mehr angemessen seyn würde, eine so vollständige Darstellung zu wählen, daß der Vortrag ohne

mündliche Erläuterung verständlich sey. Dadurch ist das Handbuch zu so vielen Bogen angeschwollen, daß ich genöthigt ward, es in zwei Bänden erscheinen zu lassen, von denen der erste als der vorbereitende, der zweite als der praktische angesehen werden kann.

Die Eigenthümlichkeit, und mehrentheils auch die Neuheit des Vorgetragenen, wird man hoffentlich nicht verkennen. Selbst in den wenigen Fällen, wo ich schon erfahrene Vorgänger fand, wie an Garnej beim Betriebe der Hohöfen, war ich genöthigt, meinen Ansichten und Erfahrungen zu folgen und die meiner Vorgänger unbenutzt zu lassen. Daß ich aber die zweite Abtheilung des zweiten Abschnitts, welche von den Brennmaterialien handelt, und den dritten Abschnitt, von den Gebläsen, als zum Eisenhüttenwesen gehörig betrachtet habe, obgleich der Inhalt beider eigentlich der Gegenstand der allgemeinen Hüttenkunde ist, deßhalb wird mich kein praktischer Eisenhüttenmann tadeln, sondern es mir vielmehr Dank wissen, diese für das Eisenhüttenwesen ganz vorzüglich wichtigen Gegenstände hier mit der Aufmerksamkeit abgehandelt zu finden, welche sie so sehr verdienen.

Der erste Abschnitt soll, wie ich hoffe, wesentlich dazu beitragen, das Eisen in seinen verschiedenen Zuständen aus seinem physikalischen und chemischen Verhalten näher kennen zu lehren, und Irrthümer zu berichtigen, welche durch die Schuld der zeitherigen Theorie leider! sehr tief eingewurzelt zu seyn scheinen. Deßhalb mußte der Vortrag ausführlicher seyn, als es eigentlich im Plane des Werkes lag. Was den eigentlichen praktischen Theil dieses Handbuchs betrifft, so darf ich ihn wohl durchaus neu nennen, wovon man sich sehr bald durch die Vergleichung mit den bis jetzt über das Eisenhüttenwesen erschienenen Schriften überzeugen wird.

Je weniger ich indeß die Erfahrungen früherer Schriftsteller benutzen konnte, desto mehr muß ich befürchten, daß meine Ansichten hin und wieder einseitig, vielleicht gar irrig erscheinen werden. Belehrungen, welche zur Berichtigung und zur Vervollständigung dieses Handbuchs gereichen, werden mir daher höchst willkommen seyn, und mit dem lebhaftesten Danke werde ich es erkennen, wenn mir, auf öffentlichem Wege, oder durch Privatcorrespondenz, Mittheilungen gemacht wer-

den, welche zur Berichtigung, Erläuterung oder näheren Beleuchtung mehrerer, noch immer sehr schwieriger und verwickelter Eisenhüttenprozesse führen können.

Die Fortschritte, welche das Eisenhüttenwesen in Schlesien, durch die Weisheit und durch die beispiellose Thätigkeit des Staatsministers Herrn Grafen von Reden gemacht hat, sind in Deutschland allgemein bekannt, ohne daß die Schöpfungen seines umfassenden Geistes durch Schriften jemals zur allgemeinen Kenntniß gebracht worden wären. So beurkundet sich das wahre Verdienst und das wahrhaft Große durch sich selbst, ohne eines Lobredners zu bedürfen. Heilig ist dem Staate, vorzüglich der Provinz Schlesien, welcher er die beste Zeit seines Lebens, seine Gesundheit, seine Kräfte geopfert, sein Andenken; heilig ist es vorzüglich auch mir, indem ich so glücklich war, seines Vertrauens gewürdigt zu seyn, und in den letzten Jahren seines thätigen Strebens an der Ausführung seiner Beschlüsse Theil zu nehmen. Was zur Vollendung des Eisenhüttengewerbes in Schlesien sein richtiger und treffender Blick für die Zukunft aufbewahrt hatte, das sollte er nach dem Willen des Schicksals nicht mehr erleben.

Heilig und unerlöschlich lebt sein Andenken in uns fort; aber auch sein Geist, der Geist der Eintracht, der Thätigkeit und der unerlöschlichen Ausdauer, möge niemals von uns weichen! — Heil und Segen den Bemühungen der Nachfolger des Edlen, die, seiner Bahn folgend, das Ziel, welches er sich vorgesteckt hatte, zum Glück und zum Wohl des Staates, bald und vollkommen erreichen mögen!

Breslau, am 1. März 1816.

C. J. B. Karsten.

Inhalt

des ersten Bandes.

Einleitung.

§. 1. 2. Begriff und Umfang des Hüttenwesens.

§. 3. Dokimasie.

§. 4—7. Abtheilung des Hüttenwesens.

§. 8—10. Nähere Bestimmung des Zwecks des Hüttenwesens.

§. 11—21. Mittel zur Erreichung dieses Zweckes.

§. 22. 23. Gränzen des Hüttenwesens, als wissenschaftliche Kunst.

§. 24. Eisenhüttenkunde.

§. 25—31. Gegenstand, Umfang und Ausdehnung der Eisenhüttenkunde.

§. 32. Gründe der späten Ausbildung dieses Theils der Hüttenkunde.

§. 33—38. Geschichte des Eisens und seiner Gewinnung.

§. 39. Wissenschaftlicher Zustand der Eisenhüttenkunde und Literatur.

§. 40. Wichtigkeit und Beförderungsmittel des Eisenhüttenwesens.

§. 41. Zustand des Eisenhüttenwesens in verschiedenen Ländern.

§. 42. Uebergang zum ersten Abschnitt.

Erster Abschnitt. Eigenschaften und Verhalten des Eisens.

Farbe des Eisens.

§. 43—49. Farbe des Stabeisens, des Stahls, des grauen und des weißen Roheisens.

§. 50. Mittel, dem Eisen seine natürliche Farbe und Glanz zu verschaffen.

Textur des Eisens.

§. 51—53. Textur des Stabeisens.

§. 54. Dichtigkeit desſelben.
§. 55. Textur des Stahls.
§. 56—58. Textur des Roheiſens.
§. 59. Dichtigkeit des Stahls und des Roheiſens.

Specifiſches Gewicht des Eiſens.

§. 60. Specifiſches Gewicht der Metalle.
§. 61—63. Specifiſches Gewicht der Eiſenarten.

Adhäſion des Eiſens.

§. 64. Adhäſion des Eiſens.

Härte des Eiſens.

§. 65. Hartes und weiches Stabeiſen.
§. 66. Härte des Stahls.
§. 67. Härte des Roheiſens.
§. 68. 69. Sprödigkeit und Härte des Eiſens in der gewöhnlichen und in der höheren Temperatur.

Feſtigkeit des Eiſens.

§. 70. Von der Art, wie ſich die Feſtigkeit äußert.
§. 71. Von der abſoluten Feſtigkeit des Eiſens.
§. 72—75. Abſolute Feſtigkeit des Stabeiſens.
§. 76. Abſolute Feſtigkeit des Stahls.
§. 77—79. Abſolute Feſtigkeit des Roheiſens.
§. 80. Von der relativen Feſtigkeit des Eiſens.
§. 81. Relative Feſtigkeit des Stabeiſens.
§. 82. Relative Feſtigkeit des Roheiſens.
§. 83. Relative Feſtigkeit des Stahls.
§. 84. Von der reſpektiven Feſtigkeit des Eiſens.
§. 85. 86. Reſpektive Feſtigkeit des Stabeiſens.
§. 87. 88. Reſpektive Feſtigkeit des Roheiſens.
§. 89. Vergleichnng der Feſtigkeit des Stabeiſens, des Stahls und des Roheiſens.
§. 90. Widerſtand des Eiſens gegen eine drehende Kraft.
§. 91. Vergleichung der abſoluten Feſtigkeit des Eiſens mit der der anderen Metalle.
§. 92. 93. Einfluß der Sprödigkeit und der Biegſamkeit auf die Feſtigkeit.
§. 94. Dehnbarkeit des Eiſens.

§. 95. Geschmeidigkeit des Eisens.

Magnetismus des Eisens.

§. 96. Magnetismus des Eisens überhaupt.

§. 97—99. Hervortreten der magnetischen Kraft.

§. 100—102. Verschiedenheit der magnetischen Kraft bei verschiedenen Eisenarten.

§. 103. Zerstörung der magnetischen Kraft.

Elektrisches Verhalten des Eisens.

§. 104. Elektrisches Verhalten.

Verhalten des Eisens in höheren Temperaturen.

§. 105—107. Wärmecapacität und Leitungsfähigkeit.

§. 108. Einfluß der Wärme auf die Härte des Eisens.

§. 109. 110. Ausdehnung in der Wärme bis zum Siedepunkte des Wassers.

§. 111. Vergleichung der Ausdehnung des Eisens mit der einiger anderer Körper.

§. 112. Ausdehnung in der Temperatur bis zur Rothglühhitze.

§. 113—116. Anlaufen des Eisens. Anlauffarben.

§. 117. Verhalten der verschiedenen Eisenarten beim Anlaufen.

§. 118. Einfluß der Rothglühhitze auf die Beschaffenheit der Eisenarten.

§. 119—121. Verhalten der Eisenarten in der Temperatur bis zum Weißglühen.

§. 122. Ausdehnung der Eisenarten in der Weißglühhitze.

§. 123. Verhalten in den höchsten Hitzgraden.

§. 124. Verhalten des Stabeisens in der Schweißhitze. Roth- und kaltbrüchiges Eisen.

§. 125—127. Einfluß, den der Zutritt der Luft beim Glühen des Stabeisens äußert. Mittel, die Luft abzuhalten.

§. 128. Glühen des Stabeisens ohne Luftzutritt. Trockne Hitzen.

§. 129—133. Glühen zwischen Kohlen. Saftige Schweißhitzen. Rohwerden des Stabeisens.

§. 134. Schmelzen des Stabeisens ohne Luftzutritt.
§. 135—138. Verhalten des Stahls in der Glühhitze mit und ohne Luftzutritt und zwischen Kohlen.
§. 139. Schmelzen des Stahls. Gußstahl.
§. 140—143. Verhalten des Roheisens in der Glüh- und Schmelzhitze, mit und ohne Luftzutritt.
§. 144. 145. Verhalten des grauen Roheisens. Abschrecken desselben.
§. 146—148. Verhalten des weißen Roheisens.
§. 149. 150. Vergleichung des Vethaltens des grauen und des weißen Roheisens in der Glüh- nnd Schmelzhitze.
§. 151. Vergleichung zwischen dem Verhalten des harten und des weichen Stahls, des weißen und des grauen Roheisens in der Glühhitze.
§. 152. Regeln, welche beim Umschmelzen des Roheisens zu befolgen sind.
§. 153. 154. Adouciren des Roheisens.

Eisen und Sauerstoff.

§. 155. Veränderungen, welche die Luft auf das glühende Eisen hervorbringt.
§. 156. Glühspan.
§. 157. Eisenoxydul.
§. 158. Zusammensetzung des Glühspan.
§. 159. Hammerschlacke.
§. 160. Eisenoxyd.
§. 161. 162. Oxydationszustände des Eisens.
§. 163. Magnetismus der Oxyde.

Eisen und Wasser.

§. 164. Einfluß des Wassers auf das Eisen.
§. 165. Auflösbarkeit des Eisens im Wasser.
§. 166. 167. Eisenhydrat.

Wirkung der feuchten Luft auf das Eisen.

§. 168. Rosten des Eisens.
§. 169. Verhalten der verschiedenen Eisenarten an der feuchten Luft. Mittel gegen das Rosten.
§. 170. Lackiren und Bruniren des Eisens.

Eisen und Kohle.

§. 171. 172. Verbindung des Eisens mit Kohle im Allgemeinen.

§. 173. Graphit.

§. 174. Kohlegehalt der verschiedenen Eisenarten.

§. 175. Sauerstoffgehalt des Roheisens.

§. 176—178. Menge der Kohle im weißen Roheisen, im Stahl und Stabeisen.

§. 179. Graphitgehalt des grauen Roheisens.

§. 180—182. Vergleichung der Eigenschaften und des Verhaltens der verschiedenen Eisenarten, auf die Verbindung mit Kohle zurückgeführt.

Eisen und Schwefel.

§. 183. Eisen und Schwefel.

§. 184—189. Schweflungsstufen des Eisens.

§. 190. Gewinnung des Schwefels aus Schwefelkies.

§. 191. Verbindung des Eisens mit Schwefel, durch Befeuchten.

§. 192. 193. Einfluß des Schwefels auf die Beschaffenheit des Eisens. Rothbruch.

Eisen und Phosphor.

§. 194. 195. Verbindung des Eisens mit Phosphor.

§. 196—198. Einfluß des Phosphors auf die Beschaffenheit des Eisens. Wassereisen. Kaltbruch.

Eisen und Kohle mit Schwefel.

§. 199—201. Verbindung der Kohle mit Schwefel, und Vereinigung beider mit Eisen.

§. 202. 203. Einfluß des Schwefels auf gekohltes Eisen.

Eisen und Kohle mit Phosphor.

§. 204—206. Verbindung dieser drei Körper, und Einfluß des Phosphors auf gekohltes Eisen.

Eisen und Säuren.

§. 207. Bedingungen der Auflösung.

§. 208. Einfluß der mit dem Eisen verbundenen Körper, beim Auflösen in Säuren.

§. 209. Gasarten, welche sich beim Auflösen entwickeln.

§. 210. Quantität der Gasarten, die sich bei der Auflösung der verschiedenen Eisenarten entwickeln.
§. 211. 212. Nähere Bestimmung der Ursachen der verschiedenen Quantitäten.
§ 213. Kohle, Phosphor und Schwefel verändern die Schnelligkeit der Auflösung.
§. 214. Kennzeichen für den Stahl beim Bestreichen mit Säuren
§. 215—220. Erscheinungen, welche mit der Auflösung des Stabeisens, der verschiedenen Stahl- und Roheisenarten in Säuren verbunden sind, und Folgerungen daraus über die Verbindungsverhältnisse der Kohle mit dem Eisen.
§. 221. Verhalten der verschiedenen Säuren. Verwandtschaftsfolge der Säure.
§. 222. Mehrfache Verbindungen des Eisens mit jeder Säure.
§. 223. Verwandtschaftsfolge der Metalle und ihrer Oxyde.
§. 224. Bestimmung der Quantitäten des in Säuren aufgelösten Eisens.
§. 225. Eisen und Kohlensäure.
§. 226. Eisen und Schwefelsäure.
§. 227. 228. Verhalten der schwefelsauren Eisenverbindungen.
§. 229. Eisen und schwefligte Säure.
§. 230. Eisen und Salpetersäure.
§. 231. Eisen und Salzsäure. Eisen und Chlorine.
§. 232. Eisen und Königswasser.
§. 233. Eisen und Arsenikśänre.
§. 234 Eisen und Phosphorsäure. Natürliches Berlinerblau.
§. 235. Eisen und Boraxsäure.
§. 336. Eisen und Essigsäure.
§. 237. Eisen und Citronensäure, Kleesäure, Weinsteinsäure, Benzoesäure, Bernsteinsäure.
§. 238. Eisen und Jodine.
§. 239. Eisen und Schwefelwasserstoffverbindungen.

§. 240—242. Eisen und Cyan.
§. 243. Eisen und Gallussäure, Gerbestoff.
§. 244. Aetzen und Beizen des Eisens. Behandlung der echten und unechten Damascirung.
§. 245. Beizen der Bleche.

Eisen nud Alkalimetalle.

§. 246. 247. Einfluß der Alkalien und deren Metalle auf die Beschaffenheit des Eisens.

Eisen und Erdbasen.

§. 248. Verbindung des Eisens mit Erdbasen.
§. 249—251. Eisen und Silicium,
§. 252. Eisen und Aluminium.
§. 253. Eisen und Kalcium.
§. 254. Eisen und Baryum und Magnesium.

Eisen und andere Metalle.

§. 255. Legirung der Metalle mit einander.
§. 256. Eisen und Gold.
§. 257. Vergolden des Eisens.
§. 258. 259. Eisen und Silber. Einfluß des letzteren auf die Beschaffenheit des ersteren.
§. 260. Versilbern des Eisens.
§. 261. Eisen und Quecksilber.
§. 262. Eisen und Platina.
§. 263—265. Eisen und Kupfer.
§. 266. Löthen des Eisens.
§. 267. 268. Eisen und Blei.
§. 269. Eisen und Zinn.
§. 270. Verzinnen des Eisens.
§. 271—274. Eisen und Zink.
§. 275. Verzinken des Eisens.
§. 276. Eisen und Wismuth.
§ 277. Eisen und Antimon.
§. 278. 279. Eisen und Arsenik.
§. 280. 281. Eisen und Nickel.
§. 282. Eisen und Kobalt.
§. 283. Eisen und Uran, Tellur, Tantal, Cerium, Molybdän u. s. f.
§. 284—286. Eisen und Titan, und Eisen mit Wolfram.
§. 287. Eisen und Chrom.

§. 288. Eisen und Palladium, Rhodium, Osmium und Iridium.
§. 289—292. Eisen und Mangan. Einfluß des Mangan auf die Beschaffenheit des Eisens, und ob es ein nothwendiger Bestandtheil des Stahls sey.

Eisen und Metalloxyde.

§. 293. Verhalten des reguliniſchen Eiſens zu Oxyden anderer Metalle.

Eisen und Salze.

§. 294. 295. Eisen und Salze im Allgemeinen.
§. 296. 297. Eisen und kohlensaure Verbindungen.
§. 298. Eisen und schwefelsaure Verbindungen.
§. 299. Eisen und salpetersaure Verbindungen
§. 300. 301. Eisen und salzsaure Verbindungen.
§. 302. Eisen und vegetabiliſche Säuren.
§. 303. 304. Eisen und phosphorsaure, arsenikſaure Verbindungen.

Eisenoxyd und andere Körper.

§. 305. 306. Eisenoxyd und Kohle.
§. 307. Eisenoxyd und Schwefel.
§. 308. Eisenoxyd und Phosphor.
§. 309. Erscheinungen beim Reduciren des verkalkten Eisens durch Kohle.
§. 310. Eisenoxyd und andere Oxyde. Schlackenbildung.
§. 311. 312. Verhalten des verkalkten Eisens mit Alkalien, Erden und anderen Metalloxyden.
§. 313. Vorkommen des Eisenoxyds in der Natur.

Unterschied des Roheisens, des Stabeisens und des Stahls.

§. 314—318. Unterschied der verschiedenen Eisenarten, und Umwandlung der einen in die andere.
§. 319—322. Vergleichung des weißen und des grauen Roheisens.
§. 323—325. Verschiedenartiges Verhalten der Legirungsmemetalle mit dem reinen und mit dem Kohle enthaltenden Eisen.
§. 326—330. Verfrischen des Roheisens.
§ 331—336. Chemiſche Analyſe der verſchiedenen Eiſenarten und Folgerungen daraus.

Handbuch

der

Eisenhüttenkunde.

Erster Theil.

Einleitung.

§. 1.

Denjenigen Theil der angewandten Chemie, welcher die in den Erzeugnissen des Mineralreichs befindlichen Körper, durch zweckmäßige Behandlung im Großen, darzustellen lehrt, und welcher die Regeln angiebt, nach denen diese Darstellung mit den größten ökonomischen Vortheilen bewirkt werden kann, nennt man die Hüttenkunde, und ihre praktische Ausübung das Hüttenwesen.

§. 2.

Das Mineral, welches der Behandlung unterworfen wird, heißt Erz, wenn es ein fester Körper ist, oder Soole, wenn es sich im Zustande der Flüssigkeit befindet. Der Körper, welcher aus der Behandlung hervorgeht, wird im Allgemeinen das Ausgebrachte oder das Gewonnene genannt. Unter Ausbringen versteht der Hüttenmann aber auch die Quantität des durch die Behandlung dargestellten, oder gewonnenen, im Erze oder in der Soole befindlich gewesenen Körpers. Die Behandlungsart, welche man mit dem Mineral vornimmt, heißt im Allgemeinen die

Zugutemachungsmethode, und der Act der Behandlung selbst, das Zugutemachen des Minerals.

Unterschied zwischen Soole und Lauge, indem letztere jedesmal ein schon Dargestelltes oder Ausgebrachtes bedeutet.

Unterschied zwischen Hüttenkunde und Metallurgie, welche letztere nur ein Theil der ersteren ist.

§. 3.

Die Dokimasie oder Probierkunst lehrt die Regeln des Ausbringens im Kleinen, so wie die Hüttenkunde die des Ausbringens im Großen vorträgt. Dokimasie und Hüttenkunde sind also nur in der Behandlung der Erze, oder der Sohlen, verschieden, haben übrigens aber gleiche Zwecke. Wenn es möglich wäre, die Erze oder die Soolen im Großen derselben Behandlung zu unterwerfen, welche man im chemischen Laboratorio anwenden kann; so würden Dokimasie und Hüttenkunde ganz gleich bedeutende Begriffe seyn. Weil dieß aber, wegen der dazu nothwendig erforderlichen Vorrichtungen nicht ausführbar und in jedem Fall in ökonomischer Rücksicht unthunlich ist; so müssen die Regeln des Ausbringens im Großen von denen des Ausbringens im Kleinen unterschieden werden. Die Dokimasie giebt das Ausbringen schon aus dem Grunde, weil nur mit kleinen Quantitäten gearbeitet wird, genauer an, und dient dem Hüttenmanne zur Controlle bei seiner Arbeit, weßhalb sie als ein Theil der Hüttenkunde mit vorgetragen werden muß.

§. 4.

Weil jedes Auszubringende oder Darzustellende eine verschiedene Behandlung oder eine verschiedene Zugutemachungsmethode erfordert, die theils in der Beschaffenheit des Minerals, welches der Behandlung unterworfen wird,

theils in den Eigenschaften des Auszubringenden, oder des aus der Behandlung hervorgehenden Körpers begründet ist; so theilt sich die Hüttenkunde (und mit ihr die Dokimasie) in so viele einzelne Zweige, als Gegenstände des Auszubringenden vorhanden sind. Es giebt daher eine besondere Hüttenkunde für Gold, für Silber, für Eisen, für Schwefel, für Vitriol, für Kochsalz u. s. f. Nach dem Gegenstande des Ausbringens erhält die specielle Hüttenkunde ihren Namen, und so entstehen Goldhüttenkunde, Silberhüttenkunde, Eisenhüttenkunde, Schwefel-, Vitriol-, Kochsalzhüttenkunde u. s. f.

§. 5.

Die genaue Kenntniß der Eigenschaften des Auszubringenden und des Minerals, welches der hüttenmännischen Behandlung unterworfen wird (des Erzes, der Soole) ist folglich der Grund, von welchem jede Hüttenkunde ausgehen muß, weil von den Eigenschaften des Minerals und von denen des aus ihm zu gewinnenden Körpers, die Behandlungsart des ersteren zur Darstellung des letzteren abhängig ist.

Beispiel. Gewinnung des flüchtigen Zinks aus dem feuerbeständigen Galmei, oder aus der Blende, welche ohne Röstung kein Zink hergeben würde.

§. 6.

Das Mineral, welches zugute gemacht werden soll (das Erz oder die Soole), erhält seinen Namen nach dem Auszubringenden. Das Erz, aus welchem durch hüttenmännische Behandlung Silber dargestellt wird, heißt Silbererz; das Erz, aus welchem Eisen gewonnen wird, Eisenerz; aus welchem Alaun producirt wird, Alaunerz u. s. f. Auf alle übrige Bestandtheile des Erzes, welche nicht ausgebracht werden, nimmt der Hüttenmann bei der Be-

nennung nicht Rücksicht, indem es gerade sein Zweck ist (§. 1.), diese zu trennen, und den Körper, welcher dem Erze den Namen gab, darzustellen.

§. 7.

Es treten indeß sehr häufig Fälle ein, daß aus einem Erze mehr als Ein Körper gewonnen werden soll. Dann erhält das Erz entweder nach dem in der größten Quantität, oder noch häufiger nach dem im größten pecuniären Werthe, darin befindlichen Körper den Namen, und man sieht die Gewinnung des anderen Körpers als Nebensache an; oder das Erz erhält auch, wenn Quantitäten und Werthe der dazustellenden Körper ziemlich gleich sind, Namen, welche aus den auszubringenden Körpern zusammengesetzt sind.

Beispiele. 1. Bleierze nennt man Erze, welche 40 bis 70 p. C. Blei, und im Centr. Blei etwa bis 4 Loth Silber enthalten.

2. Silbererze werden Erze genannt, welche 16 bis 30 p. C. Blei, und im Centr. Blei über 4 Loth Silber enthalten.

3. Bleiische Kupfererze. Silberhaltige Kupfererze. Silberhaltige Bleierze u. s. f.

§. 8.

Die in dem Erze oder in der Soole enthaltenen Bestandtheile, deren Abscheidung von dem auszubringenden Körper durch den Hüttenproceß, d. h. durch die hüttenmännische Behandlung der Erze oder der Soolen, bewirkt wird (§. 6.), werden nach dieser Behandlung mit dem Namen der Abgänge oder Rückstände bezeichnet. Bei den Erzen werden diese Abgänge in der Regel Schlacken, und bei den Soolen werden sie Mutterlaugen genannt. Die Beschaffenheit der Abgänge ist natürlich nach der Beschaffenheit des zu behandelnden und des darzustellenden

Körpers verschieden: in manchen Fällen müssen sie einer wiederholten hüttenmännischen Behandlung unterworfen werden; in anderen Fällen sind sie völlig unbrauchbar, oder werden zufällig und unter gewissen Umständen wieder angewendet.

Beispiel. Reine und unreine Blei- oder Kupferschlacken. Eisenfrischschlacken.

§. 9.

In den wenigsten Fällen kann der darzustellende Körper gleich bei der ersten Behandlung seines Erzes oder seiner Soole, rein und frei von aller Beimischung gewonnen werden. In diesem unreinen Zustande wird er Halbproduct oder Zwischenproduct genannt. Die Beschaffenheit dieser Halbproducte ist von der Beschaffenheit des zu behandelnden und des darzustellenden Körpers abhängig, auch hat in den meisten Fällen die Behandlungsmethode darauf Einfluß.

Beispiel. Bleistein, Kupferstein, Schwarzkupfer u. s. f.

§. 10.

Es ist folglich der Gegenstand einer jeden speciellen Hüttenkunde, die Eigenschaften des zu behandelnden und des darzustellenden Körpers genau kennen zu lehren, die Behandlungsarten, welche durch diese Eigenschaften bestimmt werden müssen, oder die Zugutemachungsmethoden vorzutragen, und die Halbproducte und Abgänge, welche durch die Behandlungsart entstehen, näher zu untersuchen, um auf diese Art das vollkommenste Ausbringen zu erhalten (§§. 2. 4.).

§. 11.

Die der hüttenmännischen Behandlung zu unterwerfenden festen Mineralien, oder die Erze, werden entweder auf

dem nassen, oder auf dem trocknen Wege zugute gemacht. Im erstern Falle ist die Behandlung der Erze (bis auf die vor dem Auslaugen vorzunehmende Vorbereitung der Erze, welche ein Gegenstand einer jeden speciellen Hüttenkunde ist) mit der der Soolen gleich, und das beim Versieden der Laugen und der Soolen in Pfannen oder in Kesseln anzuwendende Verfahren wird jedesmal durch die Beschaffenheit des darzustellenden Körpers bestimmt. Im letztern Falle müssen die Erze vor dem Zugutemachen ebenfalls entweder einer Vorbereitung unterworfen werden, oder sie lassen sich ohne eine solche Vorbereitung verschmelzen.

Unterschied dieser hüttenmännischen Vorbereitung von der mechanischen, oder von der Aufbereitung der Erze, welche eigentlich kein Gegenstand des Hüttenwesens ist.

§. 12.

Auf dem trocknen Wege lassen sich die Erze, wie schon aus der Benennung hervorgeht, nur durch Feuer behandeln. Die Art, wie die Erze dem Feuer ausgesetzt werden, ist sehr verschieden, und richtet sich nach ihren Eigenschaften und nach der Beschaffenheit des auszubringenden Körpers. In einigen Fällen müssen die Erze wirklich geschmolzen, d. h. durch die Wirkung des Feuers flüssig gemacht werden; in anderen Fällen soll sich die Wirkung bloß auf die Abscheidung eines im Erze befindlichen Bestandtheils beschränken, ohne das Erz in den Zustand der Flüssigkeit zu bringen. In einigen Fällen kann das Erz dem Feuer unmittelbar ausgesetzt, in anderen Fällen muß es gegen die Wirkung desselben durch besondere Gefäße geschützt werden. Welche Vorrichtung aber auch für jeden Fall erforderlich seyn mag; so wird doch immer vorausgesetzt, daß die Wirkung des Brennmaterials durch einen geschlossenen Raum, welcher im Allgemeinen Ofen genannt

wird, concentrirt oder beschränkt werde. Es sind überhaupt nur zwei Methoden denkbar, wie das Brennmaterial in den Oefen angewendet werden kann. Das zu behandelnde Erz wird nämlich im Ofen entweder vom Brennmaterial (mittelbar oder unmittelbar) umgeben; oder es wird nur der Flamme des Brennmaterials im Ofen ausgesetzt. Im letztern Falle hat der Ofen zwei Räume: den einen zum Verbrennen des Brennmaterials (Feuerraum mit dem Roste), den anderen zur Behandlung der Erze (Heerd). Dieser letztere Raum kann in manchen Fällen ganz fehlen, wenn das zu behandelnde Erz in besonderen Gefäßen der Flamme ausgesetzt werden muß; immer aber müssen Feuerraum und Heerd, oder Feuerraum und Heerdraum, durch eine, beide umfassende und begränzende, Mauer (Gewölbe) vereinigt werden.

§. 13.

Nach der Art, wie das Brennmaterial in den Oefen angewendet wird, giebt man den letzteren verschiedene Namen. Die Oefen, in denen Brennmaterial und Erze mittelbar oder unmittelbar mit einander in Berührung kommen, heißen im Allgemeinen Schachtöfen, und, wenn sie niedrig und klein sind, Feuer oder Heerde. Die Oefen hingegen, in denen das Brennmaterial einen besonderen Feuerraum erfordert, werden Flammenöfen, und in dem besonderen Falle, wenn der Heerd fehlt (§. 12.), Reverberiröfen und Tiegelöfen genannt.

Beispiele. 1. Hohöfen zum Eisen-, Kupfer- und Bleischmelzen. Krummöfen. Der kleine Gaarheerd. Frischfeuer, Rennheerde u. s. f.

2. a. Der Treibheerd. Der große Gaarheerd. Oefen zum Kupfer-, Blei-, Zinnschmelzen. Oefen zum Umschmelzen des Roheisens. Blaufarbenöfen. Spießglanzöfen. Arsenikbrennöfen. Zinköfen. Saigeröfen. (Saigerheerde) u. s. f.

2. b. Zinköfen in Kärnthen. Wißmuthöfen. Schwefelöfen. Queckſilberöfen. Oefen zu ſchwarzem und rothem Arſenik. Oefen zum Umſchmelzen des Roheiſens und des Stahls in Tiegeln u. ſ. f.

§. 14.

Beim Zugutemachen der Erze auf dem trocknen Wege bezweckt man entweder eine chemiſche Verbindung, und dann wird das Erz in Gefäßen (Tiegeln) geſchmolzen, welche entweder dem Flammenfeuer des Ofens ausgeſetzt, oder unmittelbar mit dem brennenden Material im Ofen umgeben werden; oder man bezweckt eine chemiſche Scheidung der aus dem Erze auszubringenden Körper von ſeinen übrigen Beſtandtheilen. Im letztern Falle iſt der auszubringende oder darzuſtellende Körper entweder flüchtig oder feuerbeſtändig. Iſt der zu gewinnende Körper flüchtig, ſo wird ſein Erz entweder in verſchloſſenen Gefäßen (Muffeln oder Retorten) im Ofen behandelt, und der aus dieſer Behandlung hervorgehende Körper wird zur Vermeidung alles Luftzutritts aus dem verſchloſſenen Gefäß, worin ſich ſein Erz befindet, in beſonderen Vorlagen aufgefangen; oder das Erz wird der Flamme des Ofens unmittelbar ausgeſetzt, wobei die fortgehenden Dämpfe in große Räume (Fänge) geleitet und dort aufgeſammelt werden.

Beiſpiele. 1. Fabrication der blauen Kobaltfarben, des Meſſings (aus Kupfer und Galmei).

2. a. Gewinnung des Queckſilbers, Zinks, Spießglanzes, des reguliniſchen und des rothen Arſeniks, des Schwefels.

2. b. Gewinnung des weißen Arſeniks und (in gewiſſen Fällen) des Schwefels und des Queckſilbers.

§. 15.

Iſt der aus den Erzen darzuſtellende Körper feuerbeſtändig (§. 14.), ſo wird das Erz entweder unmittelbar mit

dem Brennmaterial in Schachtöfen, Feuern oder Heerden (§. 13.) zusammengebracht, oder es wird auf dem Heerde des Flammenofens (§§. 12. 13.) der Wirkung der Flamme ausgesetzt, oder es muß, wegen der zu großen Leichtflüssigkeit und Verbrennlichkeit des daraus darzustellenden Körpers, gegen die unmittelbare Wirkung der Flamme durch besondere Gefäße geschützt, also im Reverberirofen (§. 13.) behandelt werden.

Beispiele. a. Schachtöfen zum Eisen=, Kupfer=, Bleischmelzen.

b. Flammenöfen zum Blei=, Kupfer= und Zinnschmelzen.

c. Der Wißmuthofen.

§. 16.

Die Schachtöfen bestehen aus einem höheren oder niedrigeren, durch eine Umfassungsmauer gebildeten Raume (Schacht), der rund oder eckig seyn kann, und welcher dazu dient, die Erze mit dem Brennmaterial zu enthalten. Die Basis oder die Grundfläche des mit Erz und Brennmaterial erfüllten Raums, oder des Schachtes, heißt der Heerd, und wenn in dem Heerde noch eine besondere Vertiefung angebracht wird, worin sich die geschmolzene, zwischen dem Brennmaterial herablaufende, Masse sammeln soll; so heißt diese der Tiegel (bei einigen Hüttenleuten auch der Sumpf und das Spor oder die Spur, bei anderen wird wohl unter der Benennung Heerd der Tiegel oder die Spur selbst verstanden). Bei einigen Schachtöfen heißt der vordere Theil der den Schacht bildenden Umfassungsmauer die Vorwand, und der untere Theil der Vorwand wird die Brust genannt.

§. 17.

Wenn der Heerd des Schachtofens so construirt ist, daß er ganz unter dem Schachte liegt, in welchem das Schmelzen geschieht, und ist die Vorwand während der

Arbeit verschlossen; so nennt man diese Arbeit das Schmelzen mit geschloßner Brust. — Liegt der Heerd aber nur zum Theil unter dem Schachte, und zum Theil unter der Brust, so daß beide Theile des Heerdes (oder des Tiegels, Sumpfs, Spors im Heerde) beständig mit einander communiciren; so nennt man diese Arbeit das Schmelzen mit offner Brust, oder das Schmelzen über dem Tiegel, über der Spur, oder über dem Sumpf. — Liegt der Heerd endlich zwar ganz unter dem Schachte, in welchem das Schmelzen geschieht, kann aber die in dem Tiegel des Heerdes sich sammelnde geschmolzene Masse, während der Arbeit, durch eine unter der Vorwand befindliche Oeffnung (das Auge) abfließen, um sich außerhalb des Ofens anzusammeln; so wird diese Arbeit das Schmelzen über dem Stich, oder das Schmelzen über dem Auge (richtiger durch das Auge), genannt. Hat ein so construirter Schachtofen zwei Augen; so nennt man ihn einen Brillenofen. — Weil alle diese verschiedenen Schmelzmethoden nur auf der verschiedenen Construction des Heerdes beruhen; so läßt sich jeder Schachtofen in den meisten Fällen leicht so abändern, daß man jede Schmelzmethode darin anwenden kann.

Beispiele. a. Blaubfen. Stückbfen. Cupolbfen zum Umschmelzen des Roheisens.

b. Hohbfen zum Eisenschmelzen.

b und c. Kupfer-, Blei-, Zinnschmelzbfen. Hohbfen und Krummbfen.

§. 18.

Bei der hüttenmännischen Behandlung der Erze auf dem trockenen Wege ist es daher, wie aus dem Vorgetragenen leicht erhellet, vorzüglich nothwendig, eine genaue

Prüfung anzustellen, welche Art von Oefen für das zu behandelnde Erz und für den daraus darzustellenden Körper die beste und zweckmäßigste ist. Die Flüchtigkeit und die größere oder geringere Feuerbeständigkeit des zu gewinnenden Körpers geben in der Regel das erste Anhalten, indem ein in der gewöhnlichen Schmelzhitze flüchtiger Körper (§. 14.) im Schachtofen nicht gewonnen werden kann. Ob aber die Zugutemachung des Erzes, woraus man einen in gewöhnlicher Schmelzhitze feuerbeständigen Körper darstellen will (§. 15.), in Schachtöfen oder in Flammenöfen geschehen soll, richtet sich in der Regel nach der schwereren oder leichteren Reducirbarkeit, indem in der Regel nur diejenigen Erze im Flammenofen geschmolzen werden, welche keinen außerordentlichen hohen Feuergrad zur Reduction des in ihnen befindlichen und durch den Schmelzproceß darzustellenden Körpers und zur Abscheidung desselben von den Schlacken (§. 8.) erfordern. Alle Processe, bei denen keine wirkliche Schmelzung erfolgen, sondern wobei die Abscheidung des Körpers aus dem Erze ohne das Flüssigwerden des letzteren geschehen soll, können nicht in Schachtöfen, sondern sie müssen in Flammenöfen vorgenommen werden. Von der Kenntniß der Erze und des auszubringenden Körpers hängt also die Wahl des Ofens, worin die Erze behandelt werden sollen, unmittelbar ab (§§. 5. 10.).

§. 19.

Die Auswahl der Brennmaterialien, ohne welche die Zugutemachung der Erze nicht geschehen könnte, und deren nähere Prüfung daher ein wichtiger Gegenstand für den Hüttenmann ist, richtet sich im Allgemeinen nach der Art der Oefen, in denen der hüttenmännische Proceß Statt finden soll. Die Flammen-, und in den meisten Fällen auch

die Reverberiröfen, erfordern ein Brennmaterial, welches mit heller Flamme brennt, wogegen die Schachtöfen und die Feuer oder Heerde, in der Regel mit Brennmaterialien versorgt werden müssen, welche beim Verbrennen keine Flamme geben. Zu den ersteren werden daher Holz, Steinkohlen oder Torf, zu den letzteren die Kohlen von diesen brennbaren Körpern, folglich Holzkohlen, Koak und Torfkohle angewendet. Die Kunst, jene brennbaren Körper in Kohle zu verwandeln, die Köhlerei oder die Verkohlungskunst, muß der Hüttenmann deßhalb auch gründlich kennen und die verschiedene Wirkungsart der verschiedenen unverkohlten und verkohlten Brennmaterialien genau zu beurtheilen verstehen.

§. 20.

Daß das Verbrennen ohne Zutritt der atmosphärischen Luft nicht erfolgen kann, ist eine bekannte Sache. Bei den Flammen- und Reverberiröfen erhält das Brennmaterial seine Nahrung unmittelbar durch den unter den Rost des Feuerraums tretenden Luftstrom. Nach der Beschaffenheit des Brennmaterials muß sich auch die Construction des Feuerraums nnd des ganzen Ofens, vorzüglich die Größe und Lage des Rostes und der Oeffnung, welche die Flamme endlich ableitet, richten. Bei den Schachtöfen und Heerden muß dem Brennmaterial die zum Verbrennen erforderliche Luft durch einen besonderen Kanal (durch die Form) zugeführt werden. In den ältesten Zeiten hat man das Verfahren, die atmosphärische Luft aufzufangen, sie zusammenzudrücken und durch eine Röhrenleitung in einen beliebigen Raum zu leiten, um sie dort zum Verbrennen des Brennmaterials anzuwenden, nicht gekannt, oder wenigstens hat man nur sehr unvollkommene Vorrichtungen angewendet. Damals mußte man sich damit begnügen, durch das erste Anzünden des in dem Schacht

befindlichen Brennmaterials, zuerst eine Verdünnung der Luft, und dadurch eine Strömung der äußeren, den Schacht umgebenden, atmosphärischen Luft in den Schacht zu bewirken, und auf diese einfache Weise die äußere Luft, durch mehrere in der Schachtmauer angebrachte Oeffnungen, in den Schachtraum zu leiten und zum Verbrennen des Brennmaterials anzuwenden. Es ist einleuchtend, daß man damals von der jedesmaligen Beschaffenheit der Atmosphäre, von dem höheren oder niedrigeren Stande der Oefen und von tausend zufälligen Umständen weit abhängiger seyn mußte, und dennoch keine so große Hitze erzeugen konnte, als jetzt, da man die atmosphärische Luft durch besondere Maschinen aufzufangen, zu verdichten und in den Ofenschacht zu leiten gelernt hat. Die Maschinen, durch welche diese Operation bewirkt wird, heißen Gebläse. Sie sind zum Betrieb der Schachtöfen und Heerde wesentlich nothwendig, und von ihrer mehr oder weniger vortheilhaften Construction hängt der bessere oder schlechtere Erfolg der hüttenmännischen Arbeiten zum großen Theil ab. Der Mechanismus, welcher bei allen Gebläsen (die Wassertrommel und die mit derselben in Verbindung stehenden Einrichtungen, von welchen in der Folge ein Mehreres, ausgenommen) zum Grunde liegt, besteht darin, daß eine bewegliche Fläche gegen eine unbewegliche gedrückt, und daß dadurch die zwischen beiden Flächen befindliche Luft, welche durch Einlaßöffnungen (Klappen oder Ventile) beim Zurücktreten der beweglichen Fläche immer wieder aus der äußeren Atmosphäre herbeigeführt und erneuert werden muß, ausgepreßt und in diesem verdichteten Zustande dem Ofen oder dem Heerde zugeführt wird. Die Wände, welche die bewegliche und unbewegliche Fläche mit einander verbinden, sind entweder selbst beweglich (die ledernen Balgen), oder sie sind unbeweglich. Im letztern Falle muß die be-

wegliche Fläche zwischen den unbeweglichen Wänden zu der unbeweglichen Fläche gedrückt werden, und auf diese Weise sind nach und nach die hölzernen Balgengebläse, die hölzernen Kastengebläse, die hölzernen Tonnengebläse, und zuletzt die eisernen Cylindergebläse entstanden, je nach dem die unbeweglichen Wände aus Holz oder aus Eisen gemacht wurden, und man der Pyramidalform, der parallelepipedischen Form (der Würfelgestalt) oder der Cylinderform den Vorzug gab.

§. 21.

Die Bewegung der Gebläse kann ohne mechanische Kraft nicht erfolgen. Die erste und natürlichste Kraft sind ohne Zweifel Menschenhände gewesen. Als man bei der Vergrößerung der Anlagen mit Menschenkräften nicht mehr ausreichte, wendete man thierische Kräfte (Göpel, Treträder) an; endlich benutzte man das Wasser als bewegende Kraft, und in den neuesten Zeiten hat man angefangen, sich da, wo kein Wasser oder nicht in genügender Menge vorhanden war, alle übrige Umstände aber eine Hüttenanlage begünstigten, der Elasticität der Wasserdämpfe durch die Dampf- oder Feuermaschinen zur bewegenden Kraft zu bedienen.

§. 22.

Es ist aus dem Vorgetragenen einleuchtend, daß die Hüttenkunde eigentlich eine wissenschaftliche Kunst und ein sehr zusammengesetztes Aggregat ist, indem mehrere Wissenschaften dem Hüttenmann ihre Wahrheiten darbieten müssen, wenn er die Regeln genau kennen und befolgen will, nach denen die Erzeugnisse des Mineralreichs im Großen mit den größten ökonomischen Vortheilen zugute gemacht werden können. Obgleich man nämlich die eigentliche Hüttenkunde mit Recht als einen Theil der angewandten

wandten Chemie betrachten kann; so greifen doch Mineralogie, Geognosie und Bergbaukunde (wegen Erkennung, Aufsuchung und Gewinnung der Erze und der Soolen, wie auch der Brennmaterialien, welche das Mineralreich darbietet), Forstwissenschaft (wegen Erkennung, Prüfung und Behandlung der verschiedenen Holzarten), Mathematik (zur Beurtheilung der Regeln, nach denen die Maschinerie eingerichtet seyn muß), Land- und Wasserbaukunst (um die Hütten- und Wohngebäude, so wie die Wasserwerke, zweckmäßig anlegen zu können), Mechanik und Technologie, ja sogar Kameral- und Staatswissenschaft (um die Bedürfnisse der Provinz und den Gang des Handels zu beurtheilen), so sehr in den eigentlich technischen Theil der Hüttenkunde ein, nämlich in die Kenntniß der eigenthümlichen Construction der zu jeder speciellen Hüttenkunde nothwendig erforderlichen Vorrichtungen; daß es sehr schwer wird, immer genau die Gränze anzugeben, was der Hüttenkunde, als einem Theile der angewandten Chemie, eigenthümlich ist, und was sie aus anderen Wissenschaften entlehnt hat; noch schwerer aber zu bestimmen, was in einem Handbuche der Hüttenkunde vorgetragen werden muß, und was anderen Wissenschaften zur näheren Prüfung und Bestimmung überlassen bleiben kann. Der Begriff von Hüttenkunde bringt es mit sich, die Grundwahrheiten einer jeden Wissenschaft, welche der Hüttenmann in Anspruch nimmt, als bekannt vorauszusetzen, und nur die Anwendung derselben auf jeden speciellen Theil der Hüttenkunde zu zeigen.

§. 23.

Sobald die Hüttenkunde die Regeln und Mittel angegeben hat, durch deren Anwendung ein im Mineral befindlicher Körper, im Großen, mit den größten ökonomischen

Vortheilen ausgebracht oder dargestellt werden kann; so hat sie ihren Zweck erfüllt. Die weitere Benutzung und Verarbeitung des Ausgebrachten ist demnächst ein Gegenstand der Technologie, und die Hüttenkunde hat, strenge genommen, damit nichts weiter zu thun, obgleich man wohl die weitere Verarbeitung einzelner ausgebrachter Producte zuweilen als einen Gegenstand der Hüttenkunde anzusehen pflegt.

Beispiele. Fabrikation der Mennige, des Bleiweißes, des Grünspans.

§. 24.

Von den verschiedenen Zweigen der allgemeinen Hüttenkunde ist schon §. 4. die Rede gewesen. Obgleich jedem derselben ein gleicher Zweck zum Grunde liegt, so müssen die Mittel dazu doch sehr verschieden seyn, weil die eigenthümliche Beschaffenheit des auszubringenden Körpers und des Minerals, aus welchem er dargestellt werden soll, von der eines anderen und des ihm zugehörigen Minerals (§§. 6. 7.) ungemein abweicht. Der Theil der Hüttenkunde, welcher die Regeln angiebt, das Eisen aus seinen Erzen mit den größten ökonomischen Vortheilen im Großen darzustellen, oder die Eisenhüttenkunde, ist der Gegenstand der folgenden Untersuchungen.

§. 25.

Zur Begegnung der Frage: warum der Eisenhüttenkunde ein besonderer Vortrag gewidmet werden soll, und warum sie nicht mit der Goldhüttenkunde, Kupferhüttenkunde, Schwefelhüttenkunde, Salpeterhüttenkunde u. s. f. (§§. 4. 10.) zugleich abgehandelt werden kann, ist zu bemerken, daß keine Hüttenkunde von so außerordentlichem Umfange, und daß keine für alle Staaten und Nationen von so hoher Wichtigkeit ist, als die Eisenhüttenkunde; daß

keine mit so großen Schwierigkeiten zu kämpfen hat, als diese, und daß keine, bei aller ihrer Wichtigkeit, so wenig bearbeitet und gründlich untersucht worden ist, als eben sie. Wichtig ist sie, weil kein kultivirter Staat seine innere und äußere Existenz mehr ohne Eisen erhalten kann; ausgebreitet ist sie, weil das Eisen durch seine zeither so problematische Verbindung mit der Kohle einen mehrfachen Zustand anzunehmen vermag, und daher als ein mehrfaches Metall dargestellt und benutzt werden kann, welches bei keinem einzigen der übrigen Metalle der Fall ist. Ausgebreitet ist sie ferner dadurch, daß man bei dem Eisen, wegen seiner Eigenthümlichkeit, die einzige Ausnahme von der im §. 23. gegebenen Bestimmung machen muß, indem die Eisenhüttenkunde sich nicht bloß mit dem Ausbringen des Eisens, sondern auch theilweise noch mit der weiteren Verarbeitung des Ausgebrachten beschäftigen muß. Schwierig ist sie, theils weil die Kenntniß des Verhaltens des Eisens und seiner Erze noch immer unvollkommen und mangelhaft ist, theils weil das Eisen in einem so niedrigen Preise steht, daß die Fabrication beständig sehr im Großen geschehen und mit den allergrößten ökonomischen Rücksichten betrieben werden muß.

§. 26.

Was jetzt nur angedeutet werden konnte, wird in der Folge, bei der näheren Betrachtung der Eigenschaften des Eisens, einleuchtender seyn. Im Allgemeinen muß hier aber schon bemerkt werden, daß der mehrfache Zustand, in welchem das Metall erscheint, von der verschiedenen Behandlung seiner Erze abhängig ist, und Veranlassung gegeben hat, die Eisenhüttenkunde in drei große Hauptabtheilungen zu bringen. Das Eisen stellt sich nämlich entweder als ein unstreckbares, unschweißbares, aber in ge-

höriger Hitze tropfbar flüssiges Metall dar, und heißt dann Roheisen oder Gußeisen; oder es kommt als streckbares, schweißbares, weiches, aber nur im allerhöchsten Hitzgrade im Zustande der Flüssigkeit darstellbares Metall vor, und heißt dann Stangeneisen, Stabeisen, auch wohl schlechtweg Eisen; oder es zeigt sich als streckbares, weniger schweißbares und im Verhältniß der abnehmenden Schweißbarkeit mehr im Zustande der Flüssigkeit darstellbares hartes Metall, und heißt dann Stahl. Die folgenden Untersuchungen werden näher darthun, daß man zwar aus allen Eisenerzen Roheisen, Stabeisen und Stahl erhalten kann, wenn die Behandlungsart derselben, oder die Zugutemachungsmethode der Erze, dem jedesmaligen Zwecke angemessen eingerichtet wird; daß es aber auch ein Hauptgegenstand der Eisenhüttenkunde ist, zu zeigen: wie die eine oder die andere von diesen Eisenarten, aus der dritten, bereits dargestellten und aus den Erzen schon ausgebrachten Eisenart erzeugt werden muß, theils um ein besseres Produkt zu erhalten, theils um mit geringeren Kosten zur Darstellung desselben zu gelangen.

§. 27.

Außer der bedeutenden Ausdehnung, welche die Eisenhüttenkunde durch den eben berührten Umstand nothwendig schon erhalten muß, wird ihr aus anderen Gründen noch ein größerer Umfang zu Theil. Daß die Darstellung der in den verschiedenen Mineralien enthaltenen Körper, durch die hüttenmännische Behandlung ihrer Erze im Großen, der einzige Zweck der Hüttenkunde ist, ward oben (§. 23.) schon bemerkt. Beim Eisen würde das bloße Ausbringen oder Darstellen aus dem Erze aber unzulänglich seyn, weil es nicht, wie die übrigen Metalle

oder wie andere aus den Mineralien zu gewinnende Produkte, sogleich Kaufmannswaare ist und den Handwerkern und Künstlern zur weiteren Bearbeitung übergeben werden darf; sondern weil es noch einer weiteren, mühsamen Bearbeitung unterworfen werden muß, ehe es aus den Händen des Hüttenmannes in die des Künstlers und Handwerkers übergehen kann. Das Roheisen wird als solches nicht gebraucht, sondern es muß entweder eine bestimmte Form erhalten, um als Gußwaare seinen Käufer zu finden; oder es wird zu Stabeisen oder zu Stahl umgearbeitet. Das Stabeisen muß, es werde aus den Erzen unmittelbar, oder aus dem Roheisen dargestellt, ebenfalls eine bestimmte Gestalt erhalten, und entweder zu Stäben (welche nach dem verschiedenen Bedürfniß sehr verschiedene Dimensionen erhalten müssen) oder zu Blechen, oder zu Drath ausgezogen werden. Der Stahl wird höchst selten so, wie er beim ersten Ausbringen fällt, verkauft, sondern in der Regel noch einer Verfeinerung unterworfen, ehe er als Kaufmannswaare Absatz findet. Die Eisenhüttenkunde hat also nicht allein zum Zweck, das Eisen aus den Eisenerzen durch gehörige Behandlung derselben mit den größten ökonomischen Vortheilen im Großen darzustellen, sondern auch das ausgebrachte Eisen zu Kaufmannswaare zu verarbeiten.

§. 28.

Der geringe Preis des Eisens würde eine Eisenhüttenanlage nicht belohnen, wenn die Produktion nicht sehr im Großen betrieben werden kann. Eine große Produktion setzt aber große Anlagen, und diese setzen wieder einen großen jährlichen Aufwand von Erzen und von Brennmaterial voraus. Der geringe Preis des Eisens erheischt es ferner, bei der Materialienanschaffung und bei der Hüt-

tenanlage mit der größten Umsicht zu Werke zu gehen. Alles, was §. 22. von der Einwirkung fremder Doktrinen auf die Hüttenkunde gesagt worden ist, findet daher bei der Eisenhüttenkunde ganz vorzüglich Anwendung: theils weil die Vorrichtungen, welche der Eisenhüttenmann bedarf, um sein Ausgebrachtes zu Kaufmannswaare zu verarbeiten, bei keinem übrigen Theile des Hüttenwesens vorkommen, folglich dem Eisenhüttenwesen eigenthümlich sind; theils weil die Anlagen, welche der Eisenhüttenmann fordert, mehr ins Große, sogar oft ins Kolossale gehen müssen, um Vortheile durch die Produktion zu erhalten.

§. 29.

Der weit größere Brennmaterialien-Verbrauch, welcher durch das Eisenhüttenwesen im Vergleich mit irgend einem anderen Zweige der Hüttenkunde veranlaßt wird, und der mit der nothwendigen großen Produktion im Verhältniß stehende größere Aufwand von Eisenerzen, machen es nothwendig, daß der Eisenhüttenmann ein genauerer Kenner und sparsamerer Verwender aller Materialien sey, als jeder andere Hüttenmann. Er muß mit Einem Wort der vollkommenste Hüttenmann seyn; er muß weniger vom Bergmann, weniger vom Forstmann, weniger vom Architekten abhängig seyn, als der einen anderen Zweig des Hüttenwesens betreibende Hüttenmann; er soll folglich dem letzteren, in seinem Haushalte und in der Anlegung seiner Gebäude und Maschinerien, ein Muster und Vorbild seyn, weil er durch sein Geschäft zur genaueren Prüfung aller Materialien und zur sorgfältigeren Untersuchung der Hüttengebäude und der ausgedehnten Maschinerien veranlaßt wird. Deßhalb muß aber auch die Eisenhüttenkunde mit Recht als die Basis

aller Hüttenkunden angesehen und der Eisenhüttenmann fähig gehalten werden, es in jedem anderen Theile der Hüttenkunde bald zu einiger Vollkommenheit zu bringen.

§. 30.

Die große Strengflüssigkeit des Eisens und die davon abhängende Schwierigkeit der Reduktion der Erze dieses Metalls, sind ein großes Hinderniß für die Vervollkommnung des Eisenhüttenwesens gewesen. Deßhalb hat man den flüssigen Zustand, worin sich das Eisen als Roheisen befindet, auch erst ziemlich spät kennen und zu benutzen gelernt. Daß überhaupt zur Verarbeitung oder zur Zugutemachung der Eisenerze, Flammen- oder Reverberiröfen nicht füglich angewendet werden können, geht aus dem eben Erwähnten in Verbindung mit §. 18. hervor. Ein Zufall mußte aber vielleicht erst auf die Erhöhung der Heerde führen, weil man sonst gewiß tausend Jahre früher das Roheisen gekannt und Anwendung davon zu machen gewußt haben würde. Die Schwierigkeit der Reduktion der Eisenerze und die ganz eigenthümlichen Modificationen, welche das Eisen in seinen verschiedenen Zuständen, als Roheisen, Stabeisen und Stahl, zu erleiden scheint, machen es aber mehr als bei irgend einem anderen Zweige des Hüttenwesens nothwendig, die Eigenschaften des auszubringenden Körpers, sein Verhalten zu anderen Körpern, die Eigenschaften der verschiedenen Erze, aus denen er dargestellt wird, und die Vorrichtungen, welche zu dieser Darstellung nothwendig sind, gründlich und genau zu kennen.

§. 31.

Ohne also in die Gebiete derjenigen Wissenschaft, von denen die Hüttenkunde, und speciell die Eisenhüttenkunde, mehrere Thatsachen entlehnen muß, zu sehr einzugreifen,

würde sich der Vortrag der Eisenhüttenkunde auf folgende Gegenstände erstrecken: Zuerst muß sie die Eigenschaften des Eisens, sowohl die physikalischen als die chemischen, genau und im ganzen Umfange kennen lehren. Alsdann muß sie die zur Darstellung des Eisens nöthigen Vorkenntnisse abhandeln; sie muß das Verhalten der Eisenerze zeigen, die Gewinnung der Brennmaterialien vortragen, die Einrichtung und Konstruktion der Heerde und Oefen, in denen die Verarbeitung der Erze und die der (aus den Erzen ausgebrachten) Waare zur weiteren Verfeinerung derselben zu Kaufmannsgut vorgenommen wird, auseinandersetzen, und die zum Betriebe der Heerde und Oefen erforderlichen Maschinerien, nämlich Gebläse, Hammer- und Walzwerke, wenigstens historisch kennen lehren. Dann erst kann sie zu dem eigentlichen Verfahren bei der Roheisenproduktion schreiten und die Anwendung des Roheisens zu Gußwaaren, so wie die Methoden zeigen, deren man sich zum Umschmelzen des Roheisens bedient. Alsdann trägt sie die Verfahrungsarten bei der Produktion des Stabeisens, sowohl unmittelbar aus den Erzen als aus dem Roheisen, vor; handelt demnächst von der Stahlproduktion aus Roheisen und Stabeisen, und setzt zuletzt die bei der Verfeinerung des Stabeisens zu feineren Eisensorten (Band-, Zain- und Reckeisen), zu Schwarz- und Weißblech und zu Draht üblichen Methoden aus einander.

§. 32.

Den Umfang, so wie er hier im Allgemeinen entworfen ist, hat die Eisenhüttenkunde erst vor noch nicht sehr langer Zeit erhalten, denn so nothwendig und unentbehrlich das Eisen auch jetzt für die menschliche Gesellschaft geworden ist, indem es kein Gewerbe mehr giebt, welches

ohne mittelbare oder unmittelbare Benutzung des Eisens noch bestehen könnte, und so sehr die allgemeine Verbreitung der Eisenerze in allen Ländern und Provinzen der ganzen bekannten Erde, die genaue Kenntniß dieses Metalles hätte befördern sollen; so ist doch das Eisenhüttenwesen gerade der Theil der Hüttenkunde, welcher am wenigsten bearbeitet, und zu dessen Vervollkommnung am wenigsten geschehen ist. Ohne Zweifel hat die Schwierigkeit, mit welcher die Behandlung der Eisenerze im Großen verknüpft war, hierzu noch mehr als das problematische Verhalten des Metalls selbst, Veranlassung gegeben. Dazu kommt aber außerdem noch, daß nur wenige Nationen den Werth des Eisens in früheren Zeiten richtig geschätzt haben, indem sie, gerade wegen der allgemeinen Verbreitung der Eisenerze, die Benutzung derselben vernachlässigten, und dagegen alle Sorgfalt auf die Auffindung der Gold-, Silber- und Kupfererze verwendeten. Deßhalb sehen wir auch, daß selbst diejenigen Nationen, die mit dem Eisen schon längst bekannt seyn mußten, sich zu ihren Geräthschaften noch immer des weit theureren, und zu den meisten Anwendungen viel weniger brauchbaren Kupfers bedienten, weil sie in vielen Fällen von der größeren Brauchbarkeit des Eisens zwar überzeugt waren, es aber nicht zu behandeln und zu bearbeiten verstanden. Aus diesen Gründen sowohl, als auch weil die Fabrikation des Eisens kein Gegenstand war, welcher die Aufmerksamkeit der Fürsten rege machte, indem es dem Hammerschmidt überlassen blieb, wie viel von diesem werthlosen Metall und auf welche Art er es anfertigen wollte; ist es sehr schwierig, die ersten Spuren der Benutzung des Eisens und der fortschreitenden Vervollkommnungen der Fabrication, in der Geschichte aufzufinden. Der Anfertigung des Eisens wird in den ältesten Schriften über Metalle

und deren Gewinnung theils gar nicht, theils nur so kurz und ungenügend erwähnt, daß man nothwendig veranlaßt werden muß, zu glauben, daß die früheren Naturforscher es nicht der Mühe werth gehalten haben, sich mit einem so gemeinen und werthlosen Metalle, wie das Eisen ist, zu beschäftigen, und die Methode, deren man sich zu seiner Darstellung bediente, auf die Nachwelt zu bringen.

§. 33.

Daß dem ganzen Alterthume die Benutzung des Kupfers früher bekannt gewesen ist, als die des Eisens, darin stimmen alle Zeugnisse der ältesten Schriftsteller überein. Die Ursachen sind leicht aufzufinden. Die Eisenerze, welche durch ihr metallisches Ansehen die Aufmerksamkeit der Alten eben so leicht auf sich ziehen konnten, als die Gold-, Silber-, Kupfer- und Bleierze, sind im höchsten Grade strengflüssig; sie mußten folglich unbenutzt bleiben, weil man sie bei dem damaligen Zustande des Schmelzwesens nicht zu behandeln verstand. Den leichter reducirbaren Eisenerzen fehlte dagegen das metallische Ansehen gänzlich; man ließ sie daher unbeachtet, bis vielleicht irgend ein Zufall auf ihre Benutzung führte. Dennoch lassen sich in der Geschichte schon sehr frühe Spuren von der Kenntniß und vom Gebrauche des Eisens auffinden. Daß die Kenntniß des Eisens sogar über alle Geschichte hinausreicht, dafür sprechen die Sagen der ältesten bekannten Nationen, welche den ersten Erfinder des Eisens in die graue Urzeit versetzen. Bei den Hebräern war Tubalkain lange vor der Sündfluth (etwa 3000 Jahr vor Christi Geburt) der Erfinder und Bearbeiter des Eisens; bei den Griechen war es Vulkan vor der deukalionischen Fluth. Ohne hier zu untersuchen, wie viel diesen Sagen an historischer Glaubwürdigkeit fehlt, und

zugegeben, daß beide Mythen sich wahrscheinlich auf ein und dasselbe Ereigniß beziehen; so geht doch aus dieser Tradition hervor, daß auch die älteste Geschichte jünger ist, als die Kenntniß des Eisens; daß dieß Metall bei den Alten sogar in großem Ansehen stand, indem sie es für einen Gott nicht unwerth hielten, sich mit der Kunst des Eisenschmiedens zu beschäftigen, und daß sie durch die Vorstellungen, welche sie von Vulkans Werkstätte und von den Cyklopen hatten, zugleich zu erkennen gaben, wie schwierig die Kunst sey, das Eisen zu bearbeiten. Wenn wir also in der älteren Geschichte keine genügenden Beweise auffinden können, daß sich die Alten zu ihren Werkzeugen und Waffen des Eisens bedient haben; so liegt dieß weniger darin, daß sie dieß Metall nicht kannten, als vielmehr darin, daß sie große Schwierigkeiten fanden, es aus seinen Erzen darzustellen und zu bearbeiten. Auch im Mittelalter finden wir Nationen, welche sich zu ihren Geräthen und Waffen bloß des Kupfers bedienten, ohne daß man voraussetzen könnte, daß ihnen die Kenntniß des Eisens gefehlt habe; nur die Schwierigkeiten, es darzustellen und zu bearbeiten, konnten sie nicht überwinden.

§. 34.

Die ersten Spuren von der Kenntniß des Eisens müssen bei den östlichen Nationen in Asien gesucht werden. Von ihnen hat uns aber die Geschichte nichts Zuverlässiges aufbewahrt. Der starke Handel, den die Phönicier trieben, läßt um so mehr erwarten, daß ihnen die Benutzung des Eisens bekannt gewesen seyn muß, als schon um das Jahr 2000 vor Christi Geburt der ägyptische Staat sich im höchsten Flor befand, und dieser Nation der Gebrauch des Eisens zu jener Zeit nicht abgesprochen wer-

den kann. Erwägt man, daß die Aegypter es zu jener Zeit schon ziemlich weit in der Bearbeitung des Eisens gebracht hatten, und daß sie ihre Cultur ursprünglich von einem mehr ostwärts gelegenen Volke erhielten; so verliert sich die Kenntniß des Eisens in das unbekannte Alterthum. 1550 Jahr v. Chr. G. trat Moses als Schriftsteller auf, und bei ihm, so wie in mehreren Stellen des alten Testaments, finden sich unzweideutige Beweise von der Kenntniß der Aegypter und Hebräer, in Eisen und Stahl zu arbeiten. Zu eben dieser Zeit wurden auch Athen und Theben durch ägyptische Kolonien gegründet; indeß scheint den Griechen die Kunst der Bearbeitung des Eisens lange unbekannt geblieben zu seyn, obgleich sie das Metall selbst kannten. Bei der Zerstörung von Troja (1200 Jahr v. C. G.) hatten sie noch kupferne Waffen; damals stand das Eisen bei ihnen in hohem Werthe, wie aus einer Stelle im Homer (Ilias XXIII. 826.) hervorgeht. Daß beim Bau des Salomonischen Tempels (830 Jahr v. C. G.) sehr viel Eisen verwendet ist, geht aus dem ersten Buch der Chron. XXIII. 14, 16. und XXX. 2, 7. hervor. 700 Jahr v. C. G. bediente man sich in Sparta sogar des eisernen Geldes, indem Lykurg alle Geldsorten aus Gold und Silber verbot; von dieser Zeit an ist auch der Gebrauch des Eisens in Griechenland ganz allgemein, und 430 Jahr v. C. G. soll, nach Herodots Zeugniß, Glaukus von Chios das Löthen des Eisens erfunden haben. Früher schon bringen die Griechen die Kenntniß der Gewinnung des Eisens und seiner Benutzung nach Italien, Spanien und Afrika. Die Eisengruben der Insel Elba sind wahrscheinlich schon 700 Jahe v. C. G. bekannt und berühmt, obgleich die Römer erst einige hundert Jahr später den Gebrauch des Eisens kennen lernten, es dann aber auch so allgemein anwendeten, daß sie sich zum Bergbau

(300 Jahr v. C. G.) eiserner Werkzeuge bedienten. Das norische Eisen (vielleicht Steyermark, wahrscheinlicher der ganze südliche Theil des östreichischen und baierschen Kreises) ist schon 300 Jahr v. C. G. bei den Römern geschätzt und später von ihren Dichtern besungen.

Welchen Weg die Kenntniß und Benutzung des Eisens nach Norden nahm, ist weniger leicht auszumitteln. Das unfreundliche Klima gestattete nur ein nomadisches Leben. Kultivirtere Völkerstämme brachten die Kenntniß der Gewinnung des Eisens mit nach Rußland, Sibirien, Schweden, Norddeutschland u. s. f., denn in einigen Gegenden hat man uralte Spuren der Benutzung des Eisens finden wollen. Diese Kenntniß ging aber in einigen Ländern verloren, und ward erst später wieder aufgefunden, als die Völker kultivirter zu werden begannen und die Sitten ihrer Nachbarn annahmen, welche die von ihren Vorältern ererbte Kunst, das Eisen zu gewinnen zu bearbeiten, nicht vergessen hatten. Bei den Wenden finden wir keine Spur von Benutzung des Eisens, obgleich die gleichzeitigen Völkerschaften, mit denen sie zum Theil zusammengrenzten, eiserne Geräthe und eiserne Waffen gebrauchten. Die Britanier kannten schon mehrere hundert Jahr v. C. G. das Eisen, und wußten es zu bearbeiten.

§. 35.

Das Verfahren, welches die Alten zur Darstellung des Eisens aus seinen Erzen angewendet haben, ist mit Zuverlässigkeit gar nicht auszumitteln. Höchst einfach und höchst unvollkommen muß es nach den wenigen Beschreibungen, welche uns die älteren Schriftsteller erhalten haben, gewesen seyn. Schon 1600 Jahr v. Chr. G. machte man in Aegypten die Entdeckung, daß einiges Eisen nach

dem Ablöschen hart werde, anderes aber weich bleibe, und man fand bald, daß ersteres zu manchem Behuf anwendbarer sey. Bei den Griechen, vorzüglich aber bei den Römern, stand der norische Stahl im größten Ansehen. Plinius ist zwar geneigt, der Beschaffenheit der Erze etwas zuzuschreiben, allein den Hauptgrund der Vortrefflichkeit und Stahlartigkeit dieses Eisens glaubt er in dem Wasser zu finden, worin es abgelöscht wird. Dieß kann um so weniger befremden, als man erst in sehr späten Zeiten einen Aufschluß über den Unterschied des Eisens und des Stahls erhalten hat, und als sich noch im Anfange des 17. Jahrhunderts allgemein die Meinung verbreitet findet, Stahl sey von Schlacken gereinigtes Eisen, weßhalb das Eisen nur dann Stahl werden könne, wenn es öfter geschmolzen, und dadurch sowohl, als durch das häufige Besprengen mit Wasser, bei und nach dem Schmieden, von den Schlacken gereinigt werde. Es ist daher auch als ausgemacht anzusehen, daß die Alten keinen besonderen Prozeß für die Bereitung des Stahls und des Stabeisens hatten, sondern daß sie beide auf einerlei Art darzustellen bemüht waren, und dann den Grund des Mißlingens theils in den Erzen, theils im Wasser suchten. Selbst da, wo die Erze der Stahlerzeugung günstig waren, mußte man es aufs Ungefähr ankommen lassen, ob man bei der Behandlung derselben Stahl oder Eisen erhalten würde; man sortirte das Ausgebrachte nach dem Brauchansehen und nach seinem sonstigen Verhalten; allein daß man besondere Verfahrungsarten für die Stahlbereitung und für die Eisenbereitung gehabt hätte, ist gänzlich zu läugnen. Als zu Ende des 15. Jahrhunderts die Oefen zum Schmelzen der Eisenerze allgemeiner bekannt wurden, fand man, daß der Stahl, welcher in diesen Oefen geschmolzen, und dann in den Heerden geschmiedet

ward, besser ausfiel, als der, welchen man gleich bei der ersten Bearbeitung der Erze in den Heerden erhielt, weßhalb man sich dieses Verfahrens demnächst auch immer bedient zu haben scheint, wenn man Stahl produciren wollte. Weil aber eben dieser Prozeß auch zur Gewinnung des Eisens angewendet worden ist; so kann man nicht behaupten, daß die Alten ein besonderes Verfahren, den Stahl zu gewinnen, gehabt haben; vielmehr erzeugten sie Stahl und Eisen zu gleicher Zeit, bei einerlei Vorrichtung und Verfahren, wie dieß noch heutiges Tages in den Gegenden geschieht, wo das Eisenhüttenwesen weniger Fortschritte gemacht hat.

§. 36.

Das Verfahren, welches noch jetzt von einigen unkultivirten Nationen zur Gewinnung des Eisens und Stahls angewendet wird, läßt ungefähr einen Schluß auf die in alten Zeiten üblichen Methoden machen, weßhalb es nothwendig zur Geschichte des Eisenhüttenwesens gehört, einige bekannte Beispiele anzuführen.

Den Schmelzprozeß der Tataren beschreibt Gmelin (Reise durch Sibirien, I. 280.) folgendergestalt: Der Schmelzofen steht an dem Orte, wo man sonst kocht, und besteht aus einer in der Erde gemachten Höhlung von etwa einem halben Fuß im Durchmesser mit einer darauf passenden und oben spitz zugehenden Stürze von Lehm. Vorn ist ein Loch, welches während des Schmelzens zugemauert ist, und an der Seite ein anderes, gegen welches zwei Blasebälge gerichtet sind. Zwei Tataren verrichten die ganze Arbeit: der eine trägt Kohlen und Erz wechselsweise ein; das Erz ist klein gestoßen, und von den Kohlen wird auf jede Lage Erz nicht mehr als eine Messerspitze voll gelegt. Der andere bläset beständig mit den zwei Blasebäl-

gen. Sobald sich die Kohlen etwas gesetzt haben, werden wieder Erz und Kohlen nachgetragen, und damit wird so lange fortgefahren, bis etwa drei Pfund Erz eingetragen sind. Mehr können sie auf einmal nicht schmelzen. Dagegen nimmt der Schmelzer, nachdem noch eine kurze Zeit mit den Blasebälgen geblasen worden ist, den unten eingemauerten Stein mit einer Zange heraus, sucht den Eisenklumpen in der ausgehöhlten Erde unter den Kohlen hervor, und reinigt ihn von den anhängenden Kohlen und Schlacken mit einem Holze. Das Eisen sieht noch sehr unrein aus, scheint aber doch sehr gut zu seyn.

Brown beschreibt ein ähnliches Verfahren auf der Ostküste von Afrika. Die heidnischen Neger, auf welche die Mohamedaner mit der größten Verachtung herabsehen, treiben das Geschäft, das Eisen aus dem Gestein zu scheiden, obgleich es von sehr schlechter Beschaffenheit seyn soll. Bei der Schmelzung bedienen sie sich eines ledernen Schlauchs, drücken diesen von Zeit zu Zeit zusammen, und treiben die darin befindliche Luft durch eine hölzerne Röhre auf das in einem kleinen in die Erde gegrabenen Loche befindliche Feuer, worin sie das Erz mit Kohlen geschichtet niederschmelzen.

Nach Mungo Park sollen sich die Neger auf der Ostküste von Afrika nicht auf die Bearbeitung des Eisens legen, weil sie es wohlfeil von den europäischen Kaufleuten erhalten; im Inneren des Landes (am Gambia) soll das Eisen aber in großer Menge gewonnen werden. Der Eisenschmelzofen, dessen sich die Einwohner von Camalia bedienten, war ein zehn Fuß hoher Cylinder, drei Fuß im Durchmesser; an zwei Stellen waren Bänder darum gelegt, damit er nicht durch die Gewalt des Feuers springen und in Stücke fallen konnte. Am unteren Theile, auf gleicher Ebene mit der Erde — aber nicht mit dem etwas tiefern

Boden

Boden des Ofens — waren rund herum sieben Oeffnungen, in welche Röhren von Thon eingelegt, und die Oeffnungen dann wieder so verklebt wurden, daß keine Luft in den Ofen dringen konnte, als nur durch die Röhren, vermittelst deren die Arbeiter das Feuer regierten, indem sie bald dieselben öffneten, bald wieder schlossen. Ein Bündel trockenes Holz ward zuerst in den Ofen gelegt und mit einer ansehnlichen Menge Kohlen bedeckt, hierüber eine Lage Eisenerz ausgebreitet, dann wieder Kohlen, und so fort, bis der Ofen voll war. Das zum Anzünden bestimmte Feuer ward durch eine von den Röhren hineingebracht und eine Zeitlang mit Blasebälgen von Ziegenfellen angefacht. Es ging anfänglich sehr langsam von Statten, und es währte einige Stunden, ehe die Flamme oben zum Ofen herausschlug; dann aber brannte es die ganze erste Nacht hindurch sehr heftig, und die Arbeiter thaten von Zeit zu Zeit frische Kohlen hinzu. Am zweiten Tage war das Feuer nicht so stark, und einige von den Röhren wurden herausgezogen, um der Luft freien Zugang zu gestatten; die Hitze war aber noch immer sehr groß, und eine blauliche Flamme schlug einige Fuß hoch über den Rand des Ofens empor. Am dritten Tage wurden alle Röhren herausgenommen; die Enden von einigen waren verglaset, das Metall ward aber erst einige Tage hernach, als alles kalt war, herausgeholt. Ein Theil des Ofens ward eingerissen, und es erschien das Eisen als eine große unregelmäßige Masse, der noch Stücke Kohlen anhingen; es hatte Klang und war im Bruch körnig, wie Stahl. Der Eigenthümer des Ofens sagte uns, daß ein großer Theil der Masse unbrauchbar sey, aber doch noch gutes Eisen genug enthalte, um ihn für seine Arbeit zu belohnen. Aus diesem stahlartigen Eisen werden verschiedene Instrumente gemacht; es ist indessen hart und brüchig, und erfordert ein mehr-

maliges Glühen im Schmiedeheerde, dem die Luft durch ein Paar Blasebälge aus Ziegenfellen zugeführt wird, ehe es brauchbar gemacht werden kann.

Nach Alonso Barba sollen die Indianer in Peru, vor der Ankunft der Spanier, Erze in Oefen, guairas genannt, geschmolzen haben, welche immer auf Anhöhen standen, um Windzug zu haben, und welche an allen Seiten mit Oeffnungen versehen waren, durch welche der Wind blies. Auf den Anhöhen von Potosi sollen Tausende von solchen guairas mit einem Male in Brand gewesen seyn. Auch die Bleierze in Derbyshire wurden in alten Zeiten in Oefen verschmolzen, in welchen die Kohlen durch natürlichen Luftzug angefacht wurden, weßhalb man diese Oefen auf Anhöhen stellte.

Die Nachrichten, welche Mollien über die Eisenbereitung in den Ländern zwischen den Flüssen Senegal und Gambia gegeben hat; so wie die ausführlichen und sehr gründlichen Berichte von Buchanan und von Heyne über die Eisen- und Stahlbereitung in der westlichen Halbinsel Ostindiens, finden sich zusammengetragen im Archiv für Bergbau und Hüttenwesen. IX. 265. 287. 306.

§. 37.

Diese mehr oder weniger unvollkommenen Methoden können wenigstens einen Begriff von dem Verfahren geben, welches die Alten zur Gewinnung des Eisens angewendet haben mögen; sie deuten aber auch zugleich darauf hin, daß die Erzeugung und Verarbeitung des Eisens, wegen der großen Hitze, welche dies Metall zu seiner Bearbeitung erfordert, vielen Schwierigkeiten und Hindernissen unterworfen gewesen ist. Von dem Schmelzverfahren der Aegypter wissen wir gar nichts; nur aus 5 Moses IV. 20. scheint hervorzugehen, daß sie sich schon eines

Ofens bedient haben, und daß die Hitze in demselben sehr groß gewesen seyn muß. Ob diese Oefen nach Art des Camalier in Afrika betrieben wurden, oder ob sich die Aegypter der Blasebälge bedienten und ihr Schmelzverfahren wie die Ostindier einrichteten, ist nicht auszumitteln; mit Blasebälgen sind sie aber ohne Zweifel sehr früh bekannt gewesen, weil die Griechen schon zur Zeit der Homeriden davon Kenntniß hatten.

Die Griechen trieben ihren Bergbau auf den Inseln des Mittelmeeres, vorzüglich auf Creta, Euböa und Thasus, weit früher als auf dem festen Lande, weil die Phönicier mit den ersteren in Verbindung standen. Dies ist auch der Grund, warum die Griechen den Gebrauch des Eisens so spät annahmen, obgleich das Eisen von Euböa von anderen Völkern so stark gesucht ward, daß die dortigen Gruben zu Strabo's Zeiten (50 Jahr v. C. G.) schon erschöpft waren. Von dem Verfahren, welches die Griechen zur Gewinnung des Eisens aus den Erzen angewendet haben, ist auf uns ebenfalls nichts gekommen; daß sie die Erze mit Gebläse und mit Kohlen geschichtet geschmolzen haben, wird aus einigen unvollständigen Nachrichten wahrscheinlich. Es scheint sogar, daß sie einen Unterschied zwischen dem ein- und zweimal geschmolzenen Eisen machten, und daß sie letzteres für reiner gehalten haben.

Sogar vom Schmelzproceß der Römer ist uns nichts aufbehalten worden. Aus mehreren Stellen beim Plinius scheint hervorzugehen, daß sie sich der Oefen dazu bedienten, welche theils mit, theils ohne Gebläse betrieben wurden. Diese Oefen müssen Aehnlichkeit mit den Stückösen der späteren Zeit gehabt haben, nur daß sie noch unvollkommener waren. Bei dieser Unvollkommenheit der Oefen ist es als eine Verbesserung des Zugutemachungs-

processes anzusehen, daß die Abscheidung des Eisens aus dem Erze, durch das Bearbeiten des letzteren während des Schmelzens, befördert ward. Die Entstehung dieser Arbeit, welche unter dem Namen der Rennfeuerarbeit oder Luppenfeuerarbeit sogar jetzt noch in manchen Gegenden Europa's üblich ist, fällt ohne Zweifel schon mit den blühenden Zeiten des römischen Reichs zusammen, obgleich sich nirgends Spuren vom ersten Anfange dieser Procedur auffinden lassen.

J. F. L. Hausmanni Commentatio de arte ferri conficiendi Veterum, inprimis Graecorum et Romanorum. Gottingae. 1820.

§. 38.

So folgenreich die große Völkerwanderung in den ersten Jahrhunderten christlicher Zeitrechnung gewesen ist, so nachtheilig wirkte sie doch für den Augenblick auf die Kultur. Durch sie sind auch wahrscheinlich alle Nachrichten über das Berg- und Hüttenwesen in den ersten Jahrhunderten des Mittelalters untergegangen. Unbekannt mit dem Zustande, worin sich die Eisenfabrikation in den allerblühendsten Zeiten des römischen Reichs befand, kann es uns nicht befremden, wenn mehrere Jahrhunderte vergehen, ehe wir eine Kunde von der Gewinnung und Verarbeitung desselben Metalls erfahren, mit dessen Hülfe der größte Theil der blutigen Kriege jener Zeiten geführt worden ist.

Zu Anfang des achten Jahrhunderts (712) wird der wichtige Eisenerzbergbau in Steyermark, der Erzberg, wieder neu belegt; im neunten Jahrhundert verbreitet sich die Eisenfabrikation nördlich nach Böhmen, wahrscheinlich auch schon nach Sachsen und nach dem Harz, und im zehnten Jahrhundert prangen die spanischen und die niederländischen Eisenwerke. Die Fortschritte, welche die Kunst, das

Eisen aus seinen Erzen zu erzeugen, gemacht hat, sind aber nirgends zu finden, und es scheint, daß man volle 1000 Jahr auf derselben Stelle stehen geblieben ist.

Man kannte nur die Behandlung der Erze in Rennheerden, und selbst als die sogenannten Stückösen schon bekannter geworden seyn mußten, gewann man das Eisen noch in Rennfeuern; dagegen hatte man es im zwölften Jahrhundert mit der Verarbeitung des Eisens aufs höchste gebracht, denn die niederländischen Eisenarbeiter erwarben sich mit ihrer vortrefflichen und kunstreichen Arbeit eine große Celebrität. — Wo und wann die Stückösen entstanden sind, ist völlig unbekannt; nicht unwahrscheinlich ist es, daß sie in Steyermark ihre erste Entstehung erhielten, und daß sie von dort vorzüglich nach dem Elsaß und nach Burgund, später erst nach Böhmen und Sachsen, wo sie indeß nicht als solche, sondern mit einiger Modification existirten, verbreitet worden sind. Die Stückösen mögen vielleicht schon im 13ten Jahrhundert in Steyermark üblich gewesen seyn; die Erhöhung derselben ist aber ohne Zweifel eine niederländische Entdeckung, indem wir die ersten Spuren von den Blauösen im Elsaß und in den längs dem Rhein gelegenen Provinzen Deutschlands finden, von wo sie wahrscheinlich sogleich nach England übergegangen sind. Daß es uns hierüber gänzlich an Nachrichten fehlt, läßt sich wohl erklären, wenn man erwägt, daß die Geschichtschreiber es nicht der Mühe werth hielten, ihre Chroniken mit Nachrichten über die Gewinnung des Eisens anzufüllen, und daß es in jener Zeit keine metallurgische Schriftsteller gegeben hat. Da man im Elsaß, nach glaubwürdigen historischen Zeugnissen, schon im Jahr 1490 eiserne Oefen goß, so müssen schon damals die Blauösen bekannt gewesen seyn. Agricola, welcher sein vortreffliches Werk: de re metallica, im Jahr 1546 herausgab, er-

wähnt zwar bloß der Rennfeuer und der Stückösen; allein abgesehen, daß die Eisenhüttenkunde damals noch ganz in der Kindheit war und auch von Agricola nur sehr oberflächlich behandelt worden ist, gehörten die Blauösen damals noch zu den Seltenheiten, und blieben dem Agricola unbekannt; auch finden sich die ersten Spuren vom Eisenguß in Sachsen erst in 1550. Eben so wenig läßt es sich ausmitteln, wo und wann man angefangen hat, die Brust der Blauösen wegzuwerfen und sie mit einem Vordergestell zu versehen, oder wie, wo und wann die ersten Hohösen entstanden sind. Weil im 16. Jahrhundert (1547) in England schon viele eiserne Kanonen gegossen wurden; so ist wohl nicht zu bezweifeln, daß man damals schon Hohösen anwendete, obgleich die Einführung der Hohösen ursprünglich wohl eine niederländische Entdeckung seyn mögte, welche zu Ende des 16. Jahrhunderts von den Niederländern auch nach Schweden gebracht ward. Nach dem östlichen Deutschland (Sachsen, Harz, Brandenburg) scheinen die Hohösen erst im Anfange des 17. Jahrhunderts gekommen zu seyn, und nach mehreren wahrscheinlichen Nachrichten ist der erste Hohofen in Schlesien erst im Jahr 1721 entstanden.

Die Anwendung der Koaks beim Hohofenbetriebe in England setzt man vielleicht am richtigsten um das Jahr 1720. Sturtevant ließ sich zuerst im Jahr 1612 auf die Anwendung von Koaks patentiren, und ähnliche Patente erhielten Ravenson im Jahr 1613 und Dubley im Jahr 1619; allein es vergingen noch über 100 Jahre, ehe die wirkliche Anwendung der Koaks zum Schmelzen der Eisenerze in Hohösen in England gemacht ward. Nach Schlesien ward diese wichtige Entdeckung durch den Königl. Preuß Staatsminister Herrn Grafen von Reden im Jahr 1795 verpflanzt.

Der erste Anfang zu dem in der Folge, besonders für England, so höchst wichtig gewordenen Verfahren, das Roheisen bei Flammenfeuer in Flammenöfen mit Steinkohlen zu verfrischen, ward im Jahr 1784 in England gemacht.

Die ersten Spuren der Cementstahlbereitung sind auch nicht auszumitteln, obgleich diese Entdeckung erst zu Ende des 17. Jahrhunderts in den Niederlanden, oder in Frankreich gemacht worden zu seyn scheint.

Aus dieser gedrängten Uebersicht geht hinreichend hervor, daß die wichtigsten und für das Eisenhüttenwesen Epoche machenden Ereignisse so wenig in den Annalen der Geschichte verzeichnet sind, daß wir weder die Zeit ihres Ursprungs kennen, noch das Land ausmitteln können, von wo sie ausgingen.

§. 39.

Erst im Anfange des 18. Jahrhunderts finden wir Schriftsteller, die dem Eisenhüttenwesen eine wissenschaftliche Form zu geben versucht haben. Agricola, der Vater der Metallurgie, fertigt die Eisenfabrikation mit einigen wenigen Zeilen ab, welche indeß, so unvollständig sie immer sind, als ein Dokument für die Geschichte wichtig bleiben. Zu Anfang des vorigen Jahrhunderts traten aber Reaumur und Svedenborg auf, und zeigten durch ihre unsterblichen Werke den Umfang und die Wichtigkeit des Eisenhüttenwesens; Bergman und Rinman setzten in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die Untersuchungen ihrer würdigen beiden Vorgänger fort, und ihnen gelang es, das erste Licht über die Natur des Eisens und über die Verfahrungsarten bei der Gewinnung desselben im Großen zu verbreiten. Die Bemühungen anderer um die Eisenhüttenkunde verdienter Männer trugen ebenfalls nicht wenig zur gründlicheren Kenntniß des Eisens

und der Eisenfabrikation bei, und hier müssen die Namen Jars, Gerhard, du Coudray, Herrmann, von Peirouse, Quanz, Garney, von Marcher u. a. m. mit Recht genannt werden.

D. J. F. Reitemeier, Geschichte des Bergbaues und Hüttenwesens bei den alten Völkern. Eine gekrönte Preisschrift. Göttingen 1785.

L. v. Launay, Mineralogie der Alten, oder Darstellung der Erzeugnisse des Mineralreichs, wie sie den Alten bekannt waren. 1—3r Th. Prag 1802.

Gmelin, Beiträge zur Geschichte des deutschen Bergbaues. Halle 1783.

Gatterer, Weltgeschichte in ihrem ganzen Umfange, 1r Th. von Adam bis Cyrus. Göttingen 1785.

Georgii Agricolae de re metallica libri XII. Basileae 1546. (Hat mehrere Auflagen von 1556. 1558. 1561 und 1657. Eine Uebersetzung in 4 Bänden von E. Lehmann, ist 1812 bei Craz und Gerlach zu Freiberg erschienen.)

L'Art de convertir le fer forgé en Acier; et l'Art d'adoucir le fer fondu, ou de faire des ouvrages de fer fondu aussi fines que de fer forgé. Par Mr. de Reaumur. A Paris 1722. Ein Werk, welches einen Schatz von Erfahrungen enthält und zugleich historische Wichtigkeit besitzt.

Emanuelis Swedenborgii regnum subterraneum sive minerale de ferro, deque modis liquationum ferri per Europam passim in usum receptis: deque conversione ferri crudi in chalybem: de vena ferri et probatione ejus: pariter de chymicis praeparatis et cum ferro et victriolo ejus factis experimentis etc. c. fig. aeneis. Dresdae et Lipsiae 1734. Von diesem vortrefflichen Werke ist keine Uebersetzung erschienen.

Sven Rinman försök till järnets historia, med tillämpning för slögder och handtwerk. Stockholm 1782. I. II. Die

erste Uebersetzung: Rinmans Versuch einer Geschichte des Eisens von J. G. Georgi, erschien zu Berlin 1785 in zwei Bänden. Eine zweite vollständigere und mit Zusätzen versehene von C. J. B. Karsten zu Liegnitz 1814 u. 1815. ebenfalls in 2 Bänden.

G. Jars metallurgische Reisen I—IV. Berlin 1777. Aus dem Französischen übersetzt von Gerhard. (Die beiden ersten Bände handeln vom Eisen, und die Anmerkungen zum 2ten Bande von Gerhard sind sehr schätzbar.)

C. E. Gellert, Anfangsgründe zur metallischen Chemie. Leipzig 1751. 1776.

I. G. Wallerii elementa metallurgiae, speciatim chemicae. Holm. 1768. — Anfangsgründe der Metallurgie, besonders der chymischen. A. d. Lat. des Hrn. J. D. Wallerius. Leipzig 1770.

J. A. Cramer, Anfangsgründe der Metallurgie. 1—3r Th. Blankenburg und Quedlinburg 1774—1777.

H. Pini de venarum metallicarum excoctione. Vindob. Vol. I. 1780. II. 1781.

J. F. Gmelin, chemische Grundsätze der Probir- nud Schmelzkunst. Halle 1786.

J. A. Scopoli, Anfangsgründe der Metallurgie. Mannheim 1789.

W. A. Tiemann, systematische Eisenhüttenkunde mit Anwendung der neuen chemischen Theorie. Mit 7 Kupfern. Nürnberg 1801.

J. J. F. Wähler, Grundriß der Eisenhüttenkunde, vorzüglich in Beziehung auf Erzeugung des Roh- und Schmiedeeisens. Mit 1 Kupf. Berlin 1806.

W. A. Lampadius, Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde, in theoretischer und praktischer Hinsicht. Erster (präparativer) Theil, m. 16 Kupf. Göttingen 1801. Zweiten Theils 1ster bis 4ter Band, 1804—1810. (Der vierte Band ist der Eisenhüttenkunde gewidmet.) — Supplemente zum Hand-

buche der allgemeinen Hüttenkunde. Th. I. 1818. Th. II. 1826.

T. L. Hasse, Grundlinien der Eisenhüttenkunde. Leipzig 1801.

F. A. v. Marcher, Beiträge zur Eisenhüttenkunde, als ein Versuch, die eisenhüttenmännischen Kunstregeln durch Theorie und Erfahrungen näher zu berichtigen, I. Th. 1—12r Bd. II. Th. 1—3r Band, zusammen 15 Bände. Klagenfurt 1805—1812.

F. A. v. Marcher, Notizen und Bemerkungen über den Betrieb der Hohöfen und Rennwerke zur Verschmelzung der Eisenerze in verschiedenen Staaten. I—V. Klagenfurth 1808—1811.

Observations on Iron and Steel. By I. Collier. In den Memoirs of the Society of Manchester. V. 109—122. (Tilloch's Philosophical Magazine I. 46—55 und in dem Repertory of Arts and Manufactures. X. 97—112.) — Strictures on Mr. Collier's Observations. By D. Mushet. In Tilloch's Philos. Magaz. II. 9—19. — On the principles of Iron and Steel. By D. Mushet. Ebendas. II. 155—168.

J. H. Hassenfratz. La Syderotechnie, ou l'art de traiter les minerais de fer, pour en obtenir de la fonte, du fer, ou de l'acier. T. I—IV. Paris 1812. — J. H. Hassenfratz, das Wichtigste aus der Eisenhüttenkunde. Aus dem Franz. übersetzt und mit Anmerkungen begleitet von T. L. Hasse. B. I. Leipzig 1820. B. II. Heft 1. 1821. Heft 2. 1822.

Traité du fer et de l'acier, contenant un systéme raisonné sur leur nature, la construction des fourneaux, les procédés suivis dans les différens travaux des forges, et l'emploi de ces deux métaux. Paris 1804.

Encyklopädie der gesammten Eisenhüttenkunde und der davon abhängenden Künste und Handwerke. Von J. G. L. Blumhof. Gießen. 4 Bände. 1816—1820.

Kurze Anleitung zur Eisenhüttenkunde, in mineralogischer,

chemischer und hüttenmännischer Hinsicht. Ein Handbuch für Hammergewerke, Officianten und unstudirte Hüttenmänner. Sondershausen 1819.

Ueber einige wichtige Gegenstände der Eisenhüttenkunde. Von A. Müller. Halle 1822.

Beiträge zur neueren Geschichte des Eisenhüttenwesens. Von E. Volhann. Eichstädt 1825.

Jern-Kontorets Annaler. Stockholm. I. 1817. II. 1818. III. 1819. IV. 1820. V. 1821. VI. 1823. VII. 1824. VIII. 1825. IX. 1826.

Von der ersten Ausgabe dieses Handbuches (1816) ist im Jahr 1824 eine französische Uebersetzung in zwei Bänden erschienen: Manuel de la Métallurgie du Fer. Par C. J. B. Karsten. Trad. de l'Allemand par F. J. Culmann. Metz.

Versuch eines systematischen Verzeichnisses der Schriften und Abhandlungen vom Eisen, als Gegenstand des Naturforschers, Berg- und Hüttenmanns, Künstlers und Handwerkers, Kaufmanns, Staatshaushälters und Gesetzgebers (von Abt). Berlin 1782.

J. G. L. Blumhof, vollständige systematische Literatur vom Eisen, in mineralogischer, chemischer, technologischer, ökonomischer, cameralistischer und medizinischer Rücksicht. Braunschweig 1803.

Die Schriften, welche sich auf einen speciellen Gegenstand beziehen, werden gehörigen Orts angeführt werden.

§. 40.

Das Eisenhüttengewerbe ist besonders in dem letzten Jahrhundert für mehrere europäische Staaten von der höchsten Wichtigkeit geworden, theils wegen der unmittelbaren Vortheile, die durch den Betrieb der Eisenhütten erwachsen; theils und vorzüglich durch den unmittelbaren Nutzen, den dies Gewerbe dem Staate gewährt. Kein Hüttenge-

werbe beschäftigt so viele Hände, keins bewirkt einen so großen und anhaltenden Geldumlauf, keins wirkt so unmittelbar auf den Wohlstand des Staats und seiner Bewohner. Der eigene Vortheil der Regierungen erheischt es daher, dies Gewerbe auf alle Art zu unterstützen und emporzubringen; sey es durch zweckmäßige äußere und innere polizeiliche Maaßregeln, um den Produkten Absatz zu verschaffen und den Fabrikanten sicher zu stellen, damit er sein Fabrikat nicht unter dem Werthe verkaufen darf; sey es durch unmittelbare Unterstützungen, welche in einzelnen Fällen ertheilt werden; sey es endlich dadurch, daß der Staat die Kosten nicht schont, um neue Methoden bei der Fabrikation in Gang zu bringen und den Hüttenbesitzern mit Versuchen und demnächst mit Lehre und Beispiel vorzugehen. Nicht bloß die durch das Eisenhüttengewerbe eingehenden Abgaben aller Art, Grund- und Kopf- oder Personensteuer, Zehnden, Zölle, Accise, Waage- und Wegegelder, Gewerbs- und Nahrungssteuer, werden den Staat für jene kleinen Opfer reichlich entschädigen, sondern die eben so großen Vortheile, welche durch dies Gewerbe für die Vermehrung der Landescultur und für die militairische Beschützuug des Landes entstehen, verdienen eine wesentliche Berücksichtigung.

Hütten- und Hammerordnungen. Ein- und Ausfuhrverbote. Prämien bei neuen Erfindungen. Ertheilung von Privilegien. Anziehung von Arbeitern. Regulirung der Holz- und Eisenpreise und Einrichtung eines Stapels zum Vortheil des Publikums und des Gewerbes. Erleichterung der Transporte durch gute Straßen und Kanäle. Möglichste Ausdehnung in der Anwendung des Eisens.

§. 41.

Unter allen Ländern, in denen das Eisenhüttengewerbe blüht, zeichnet sich England vortheilhaft aus, nicht bloß

in Rücksicht der Größe der Produktion, sondern mehr noch durch die Fortschritte im technischen Verfahren und in der Maschinerie. England ist jetzt die Schule des praktischen Eisenhüttenmannes geworden, und von dort sind alle Verbesserungen in der Produktion ausgegangen, obgleich der Brite die höheren Oefen und die Kenntniß der Weißblechfabrikation ursprünglich dem Deutschen verdankt. Die Roheisenerzeugung, die Gießerei, die Stabeisenfabrikation und die Stahlbereitung, besonders die des Gußstahls, haben den thätigen Bemühungen und dem Unternehmungsgeiste der Engländer gleich viel zu verdanken; sie haben dem Gewerbe eigentlich einen Schwung gegeben, und anderen Staaten gezeigt, wie wichtig und folgenreich das Eisenhüttengewerbe für die Nation werden kann. Den Briten war das Eisen früher als das Kupfer bekannt, und so scheint England von je her die Bestimmung gehabt zu haben, für die Vervollkommnung des Eisenhüttenwesens zu wirken und durch dasselbe zu dem Grade der äußeren und inneren Kraft zu gedeihen, zu dem es jetzt gelangt ist. Zu Ende des 16. Jahrhunderts nahmen die Waldungen in England so sehr ab, daß Verordnungen erlassen werden mußten, um den Anlagen neuer Eisenhütten Einhalt zu thun. Der zunehmende Holzmangel veranlaßte, schon in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts, Versuche, Steinkohlen zur Eisenerzeugung anzuwenden, wenigstens ertheilte Carl I. 1627 einen Gnadenbrief auf 14 Jahre für drei Personen, um ihre neue Erfindung, Eisenerz zu schmelzen und daraus bloß durch Steinkohlenfeuer gegossene Arbeit und Stangen zu verfertigen, allein zu treiben; indeß scheint das Unternehmen damals noch nicht gelungen zu seyn, wenigstens sind die ersten Spuren der Roheisenerzeugung bei abgeschwefelten Steinkohlen erst zu Anfang des 18. Jahrhunderts aufzufinden, und die Bereitung des Stab-

eisens aus Roheisen bei Steinkohlen kam erst im Jahr 1784 zu Stande. Die erste Verordnung der Regierung, welche auf das Eisenhüttenwesen Bezug hat, ist vom Jahr 1354. Die jährliche Eisenproduktion in England giebt Hr. Heron de Villefosse zu 5 Millionen Centner an.

In dem ungeheuren russischen Reiche ist die Eisenproduktion in den letzten 50 Jahren ebenfalls ein Gegenstand von großer Wichtigkeit geworden. Die Fortschritte, welche dies Reich, wie überall, so auch in diesem Gewerbe, gemacht hat, sind überraschend; und wenn gleich die Natur des Landes den Bemühungen seiner Bewohner zu Hülfe kommt, so wird dadurch doch das Verdienst der Regierung, welche diese Bemühungen zu wecken und zu nähren wußte, nicht geschmälert. Rußland hat jetzt Anlagen aufzuweisen, die sich mit den englischen messen können; und so neu das Eisenhüttenwesen im Ganzen in jenem Reiche noch ist, so wird man doch kaum eine von den großen und wichtigen Verbesserungen vermissen, welche die Engländer in der neuesten Zeit eingeführt haben. Hr. Heron de Villefosse giebt die jährliche Eisenproduction in Rußland, mit Einschluß der sibirischen Hütten, zu 1,675,679 Centner an, welche Angabe indeß wahrscheinlich um ein Bedeutendes zu niedrig ist.

Schweden behauptet als Eisen erzeugender Staat den dritten Rang. Die Natur hat für dies Land in Rücksicht der Eisenproduktion so viel gethan, daß der Kunst wenig übrig bleiben durfte, um durch Verbesserung der Vorrichtungen mehr und besseres Eisen zu erzeugen. Die Eisenhüttenkunde befindet sich daher in Schweden auf keiner sonderlich hohen Stufe der Vollkommenheit, obgleich gerade dies Land die berühmtesten Metallurgen und Eisenhüttenmänner aufzuweisen hat, so daß die wissenschaftliche Ausbildung eigentlich von dort ausgegangen ist. Die

praktische Vervollkommnung hielt aber nicht gleichen Schritt, vorzüglich wohl deshalb, weil die eigenthümlichen Verhältnisse des Landes und die unerschöpflichen, mit den vortrefflichsten Erzen der ganzen bekannten Welt gesegneten, Eisengruben, keine Abänderung in den alten Verfahrungsarten nöthig machten. Musterhaft und rühmlich sind aber die polizeilichen Maaßregeln, welche der Staat zur Sicherung dieses Gewerbes getroffen hat, dessen Wichtigkeit so groß ist, daß darauf fast allein seine Existenz beruht. Schweden producirt jährlich $1\frac{1}{2}$ Millionen Centner Eisen, und das jetzt mit ihm verbundene Norwegen 135,000 Centner, wovon ein großer Theil nach Deutschland, England, Frankreich, Spanien uud Portugal exportirt wird.

In Frankreich sind sehr viele Schritte zur Vervollkommnung des Eisenhüttengewerbes geschehen; mehrere stehen aber noch zurück. Der Staat erzeugt nicht so viel Eisen, als er gebraucht, und muß daher von Deutschland und Schweden importiren. Bei der großen Ausdehnung des Staates läßt es sich denken, daß die Güte des Eisens sehr verschieden ist. Die Regierung hat aber in der jüngsten Zeit die Wichtigkeit des Eisenhüttengewerbes eingesehen, und es ist zu erwarten, daß sie mehrere Schritte thun wird, die neueren Verbesserungen und Entdeckungen dem Lande eigen zu machen. Die jährliche Stabeisenfabrikation in dem französischen Reiche, so wie die Gränzen desselben seit dem Jahr 1815 bestehen, wird zu 442,000 metrischen, also zu 890 bis 900tausend Centnern angenommen werden können. Die Fabrikation befindet sich indeß sehr im Steigen.

Die östreichische Monarchie besitzt in Böhmen, Ungarn, Tyrol, Steyermark, Krain und in fast allen zu dieser Krone gehörigen Provinzen die vortrefflichsten Eisenwerke. An manchen Orten sieht das Gewerbe indeß noch

einer Verbesserung entgegen, welches wegen der örtlichen Verhältnisse und wegen der Schwierigkeit, uralte Verfahrungsarten abzuschaffen und an deren Stelle neue zu setzen, nicht so bald geschehen kann. Die Vortrefflichkeit der Erze und ihre leichte Gewinnung und Verarbeitung ist ebenfalls, wie in Schweden, eine Ursache, warum die in anderen Reichen eingeführten Verbesserungen nicht so dringend sind. Nach Hrn. Heron de Villefosse producirt die östreichische Monarchie jährlich 1,010,400 Centner Eisen, welche Summe nach dem Pariser Friedensschlusse wohl höher ausfallen dürfte.

Das in alten Zeiten wegen seiner Eisenwerke so berühmte Spanien, dessen Eisen auch im zehnten Jahrhundert noch weit verfahren ward, hat jetzt fast nichts mehr als den Ruhm seiner Waare erhalten. Die Produktion ist höchst geringe und unzureichend für den eigenen Bedarf. Hr. Heron de Villefosse giebt die jährliche Erzeugung zu 180,000 Centnern an. Die Regierung hat durch Vernachlässigung jedes Mittels Alles gethan, um das Gewerbe zum Sinken zu bringen.

Von Portugal ist gar nichts zu erwähnen; die frühere Verfassung und die jetzigen Verhältnisse des Landes haben jedes Gewerbe erschwert. Der Staat bezieht seinen ganzen Bedarf aus Schweden und England.

Die jährliche Produktion von Eisen in der preußischen Monarchie hat sich durch den Pariser Frieden höchst bedeutend vermehrt; mit Zuverlässigkeit ist sie zwar nicht anzugeben, jedoch wird im mittleren Durchschnitt eine jährliche Fabrikation von 600,000 Centnern Stabeisen und Stahl angenommen werden können. Aeußerst wichtig ist dies Gewerbe für Oberschlesien durch die Einsicht und Thätigkeit der beiden Staatsminister von Heinitz und Reden geworden. Ihren Bemühungen dankt die Provinz

ihren

ihren werdenden Wohlstand; dem Letzteren verdankt sie jene Eisenhüttenanlagen, welche man zeither nur in England suchen zu müssen geglaubt hat. Schlesien, welches vor 1780 noch schwedisches Eisen importiren mußte, hat jetzt eine Exportation von jährlich 100,000 Centnern nach den übrigen preußischen Staaten erhalten. Wichtig und ausgedehnt sind die Eisenhütten im Westphälischen und in der Grafschaft Mark; die dortigen Eisenfabrikate stehen im Ruf der vorzüglichsten Güte. Die Regierung, von der Wichtigkeit dieses Gewerbes überzeugt, wird durch kräftige Maßregeln dasselbe zu befördern und zu erhalten wissen.

Das Königreich Hannover ist im Besitz sehr bedeutender und vorzüglicher Eisenhütten, indeß reicht die Fabrikation nur für den eigenen Bedarf hin. Auch Bayern und Würtemberg führen nicht aus.

Von der Eisenfabrikation in Afrika und Asien ist uns sehr wenig bekannt; die Nationen verschaffen sich ihr Bedürfniß theils durch den Handel mit Europa, theils durch ihre eigenen unvollkommenen Verfahrungsarten. Den Amerikanern war das Eisen bei Entdeckung des Landes gänzlich unbekannt; sie bedienten sich kupferner Gefäße und Waffen, standen also auf einer sehr niedrigen Stufe der Cultur. Auch jetzt wird im südlichen Amerika nur wenig Eisen erzeugt. Dagegen müssen die vereinigten nordamerikanischen Staaten hier rühmlichst erwähnt werden. Im Jahr 1730 wurden in Pennsylvanien, Virginien und Maryland die ersten Eisenhütten angelegt, und 1737 machte man im Parlament zu London schon den Antrag, amerikanisches Roheisen nach England zu bringen, um im Lande Holz zu ersparen. Der Antrag ging aber nicht allein nicht durch, sondern die Engländer, auf das schnelle Emporkommen des Eisenhüttengewerbes in Nordamerika ei-

fersüchtig, bewirkten 1750 sogar eine Parlamentsakte, wonach die Ausfuhr des englischen Eisens nach Amerika befördert, und verhindert werden sollte, daß in irgend einer von den dortigen Colonien neue Anlagen entständen. Dennoch blühte das Gewerbe immer mehr empor, und jetzt kann die jährliche Eisenproduction in den amerikanischen Provinzen schon zu einer halben Million Centner angenommen werden. Eine noch größere Ausdehnung läßt sich für die Folge mit Recht erwarten, und es dürfte nicht lange mehr dauern, das amerikanische Eisen als einen Verkaufsartikel in den europäischen Häfen zu sehen.

A. M. Heron de Villefosse, de la richesse minérale. Considerations sur les mines, usines et salines des différens états, et particulièrement de royaume de Westphalie, pris pour terme de comparaison. T. I. Division économique. Paris 1810. — H. de Villefosse über den Mineralreichthum u. s. f. Deutsch herausgegeben von C. F. A. Hartmann. Sondershausen 1822. — Historical Remarks relative to the Manufactures of Iron and Steel in Great Britain. By D. Mushet. In Tilloch's Philos. Mag II. 346—353. — On the Origin and Progress of the Manufacture of Pig Iron with Pit-Coal, Wood and Peat-Char. By D. Mushet. In Tilloch Ph. Mag. VII. 35—46. — Karsten, Uebersicht der berg- und hüttenmännischen Production in der Preuß. Monarchie. In dem Archiv f. Bergb. u. Hüttenwesen XIV. 123—130.

§. 42.

Der dreifache Zustand, worin sich das Eisen befinden kann (§. 26.), muß bei der Untersuchung der physikalischen Eigenschaften dieses Metalles und bei der Prüfung seines Verhaltens in der Hitze und zu anderen Körpern, berücksichtigt werden, um es in diesen seinen drei verschiedenen Zuständen kennen zu lernen. Die aus der chemischen Ver-

einigung des Eisens mit anderen Körpern entstehenden Verbindungen sind dagegen diesem dreifach verschiedenen Verhalten nicht unterworfen, weil nur die chemischen Verbindungen des Eisens, als eines reinen, einfachen Metalles, mit den übrigen Köpern geprüft werden können; Roheisen und Stahl aber schon für sich selbst Verbindungen des Eisens mit anderen Körpern sind, deren nähere Erkenntniß der Zweck des ersten Abschnitts ist. Unter Eisen wird in der Folge immer das reine Metall, oder das reinste Stabeisen verstanden.

Erster Abschnitt.

Eigenschaften und Verhalten des Eisens.

Farbe des Eisens.

§. 43.

Die Oberfläche des Eisens ist, durch die Wirkungen der Luft und der Feuchtigkeit, so schnellen Veränderungen unterworfen, daß sich die Farbe dieses Metalles nur dann erkennen läßt, wenn die Oberflächen durch mechanische Mittel gereinigt worden sind. Am zuverlässigsten wird die Farbe indeß auf der frischen Bruchfläche erkannt, weil auch die Farbe der gereinigten Oberfläche des Eisens von sehr vielen Nebenumständen, vorzüglich von der Art, wie die Reinigung vorgenommen worden ist, abhängt. Es ist also hier nur von der Farbe des Eisens auf dem frischen Bruche die Rede. Die Oberfläche des Eisens, welche durch mechanische Mittel nicht gereinigt ist, hat jederzeit eine graue Hülle, der das metallische Ansehen fehlt, zum Ueberzug, welcher die wahre Farbe des Eisens verbirgt. Weil man das Eisen im nicht gereinigten oder unpolirten Zustande immer mit dieser Hülle antrifft, so haben die Mineralogen dadurch Veranlassung genommen, eine eigen-

thümliche Farbe: Eisenschwarz, anzunehmen, welche Benennung indeß unrichtig ist, indem sie nur von der durch die Einwirkungen der feuchten Luft veränderten Farbe dieses Metalles verstanden werden muß. Unter gewissen Umständen pflegt die Oberfläche des Eisens auch eine röthlichgelbe oder eine röthlichbraune Farbe anzunehmen.

§. 44.

Die eigentliche Farbe des Stabeisens ist lichtgrau mit vollkommen metallischem Glanze. Diese Farbe ist indeß außerordentlich vielen Modifikationen unterworfen, von denen alsdann auch der Glanz abhängig ist. Die lichtgraue Farbe zieht sich auf der einen Seite ins Weiße, auf der anderen ins Dunkle, mit stärkerem oder schwächerem Glanze auf beiden Seiten. Je mehr sich die lichtgraue Farbe mit gleichzeitig zunehmendem stärkeren Glanze in das Weiße, und je mehr sich die lichtgraue Farbe mit gleichzeitig abnehmendem Metallglanz ins Dunkle zieht, desto schlechter ist die Beschaffenheit des Eisens. Sehr helle Farbe mit schwachem Glanz, und graulichweiße Farbe mit starkem Glanz, bezeichnen also gutes Eisen; helle Farbe mit sehr starkem Metallglanz geben ein verbranntes Eisen (wenn die Farbe ins Bläuliche spielt), oder ein in der Kälte leicht zersprengbares Eisen (wenn die Farbe ganz weiß ist) zu erkennen; so wie dunkle Farben mit schwachem Metallglanz ein in der Hitze brüchiges (rothbrüchiges) und bei noch größerer Abnahme des Glanzes ein zu mürbes, kurzes (faulbrüchiges oder auch roh gefrischtes) Eisen anzeigen.

§. 45.

Die eigenthümliche Farbe des Stahls ist graulichweiß ins Weiße, aber niemals ins Bläuliche übergehend,

mit vollkommenem Metallglanz, aber nicht stark glänzend. Durch die Farbe allein würde der Stahl vom Stabeisen nicht unterschieden werden können, sondern Textur und Farbe müssen gleichzeitig entscheiden.

§. 46.

Die Farben-Nuancirungen, welche bei dem Stabeisen schon sehr bedeutend sind, und auf eine Verschiedenartigkeit seiner inneren Zusammensetzung hindeuten, werden es bei dem Roheisen noch mehr, weil dieses noch größere Quantitäten von fremden Körpern beigemischt enthält, welche die Farbe modificiren. Unter allen Beimischungen ist es aber die der Kohle, welche dem Roheisen den eigenthümlichen Charakter ertheilt. Man hat schon seit längerer Zeit zwei Arten von Roheisen unterschieden, das weiße und das graue, indem sich eine wesentliche Verschiedenheit beider Arten, nicht bloß in der Farbe, sondern auch in ihrem ganzen physikalischen und chemischen Verhalten, ausspricht. Zwar war es längst bekannt, daß sowohl die graue, als die weiße Roheisenart aus allen Eisenerzen dargestellt werden können; weil aber aus einigen Erzen vorzugsweise das graue, aus anderen vorzugsweise das weiße Roheisen erhalten wird; so glaubte man den Grund der Farbenverschiedenheit des Roheisens vorzüglich in der Beschaffenheit der Eisenerze suchen zu müssen. Spätere Untersuchungen haben aber gezeigt, daß diese Ansicht ganz irrig ist.

Umständlicher ist von der Farbe des Stabeisens, des Stahls und des Roheisens gehandelt in: Rinman's Geschichte des Eisens, übersetzt von mir: I. 1. u. f. 488. 646. 653. II. 517. 684.

J. G. Stünkel, über den Einfluß des Braunsteins bei der Erzeugung des Eisens im Großen; im Neuen Bergmännischen Journal, III. 443 u. f.

§. 47.

Die Farbe des grauen Roheisens wechselt von der dunkelsten schwarzen bis zu einer lichten grauen Farbe, so daß nicht selten verschiedene Nuancirungen von Grau in einem und demselben Stück gefunden werden. Mit dem Hervortreten der dunkleren Farbe ist jederzeit ein stärkerer Metallglanz verbunden. Bei einigen grauen Roheisenarten ist die Farbe mehr schwarzblau als schwarzgrau zu nennen. Auf die Beschaffenheit des Roheisens läßt sich aus der Farbe allein nicht schließen; aber dasjenige graue Roheisen, welches mit einer lichten Farbe zugleich einen nur schwachen Metallglanz verbindet, ist zu allen Zwecken das am wenigsten anwendbare.

§. 48.

Das weiße Roheisen hat, im Zustande seiner vollkommensten Ausbildung, eine silberweiße Farbe, verbunden mit einem außerordentlich starken Glanz und mit spiegelnden Flächen. Man nennt dies Eisen daher auch Spiegeleisen, Spiegelfloß, und in einigen Provinzen Deutschlands, wegen der speziellen Benutzung desselben zu Stahl, Rohstahleisen oder Rohstahlfloß. So lange die Farbe dieses Eisens noch rein silberweiß bleibt, muß das Roheisen, auch wenn sich keine Spiegelflächen mehr vollkommen ausgebildet haben, noch als Spiegelfloß betrachtet werden. Aber wenn die Farbe eine bläuliche oder bläulichgraue Nuancirung erhält, und die Flächenbildung sich nur noch durch ein strahlig-faseriges Gefüge zu erkennen giebt, so entsteht daraus die zweite Abart des weißen Roheisens, welche man blumiges Eisen oder blumige Flossen nennen kann. Diese Abart des weißen Roheisens wird selten für sich allein dargestellt, sondern bildet sich am häufigsten nur

in Verbindung mit dem grauen Roheisen. — Bei einer dritten Abart des weißen Roheisens zeigt sich zwar noch starker Glanz, aber die weiße Farbe hat sehr viel Grau beigemischt, und auf der Bruchfläche ist kein bestimmtes Gefüge mehr zu bemerken. Gewöhnlich und sehr treffend pflegt man das Bruchansehen mit dem eines durchbrochenen Käses zu vergleichen. Dies ist die weiße Roheisenart, welche am häufigsten vorkommt, und welche man daher auch Weißeisen, grelles Roheisen, genannt hat. — Nimmt die weiße Farbe noch mehr ab, so daß sie in das Bläulichweiße übergeht, wobei die Bruchfläche schon zackig zu werden anfängt, und viele größere und kleinere Zwischenräume sich bilden, so entsteht eine besondere Art von Roheisen, die weder zur grauen noch zur weißen Art gezählt werden kann, obgleich man sie gewöhnlich als eine Abart des weißen Roheisens betrachtet. Dies ist das luckige Roheisen, oder das luckige Floß.

Das Spiegelfloß, die blumigen Flossen und das grelle Roheisen scheinen oft in einander überzugehen, so daß es oft sehr schwierig wird, die Abart genau zu bestimmen. Das sogenannte weißgaare Roheisen steht auf der Grenze des Spiegelfloß und des blumigen Flosses. Die weiße Farbe allein entscheidet nicht über das Verhalten und die Eigenschaften des Roheisens, obgleich sie zu erkennen giebt, daß das Eisen zu einigen Zwecken (zur Anfertigung von Gußwaaren) nicht geeignet ist.

§. 49.

Sehr häufig kommen beide Arten des Roheisens, das graue und das weiße, gemeinschaftlich auf dem Bruche des Roheisens zum Vorschein. Die Verhältnisse des Her-

vortretens der einen oder der andern Art können dabei sehr verschieden seyn. Es giebt Roheisen, bei welchem die weiße und die graue Art vollkommen von einander geschieden zu seyn scheinen. Das graue Roheisen zeigt sich als eine besondere Lage, oder als eine dickere oder dünnere Schicht, bald oben, bald unten, bald in der Mitte des weißen Roheisens, welches dann gewöhnlich Spiegelfloß ist. Dies Roheisen nennt man Spangliges Roheisen, streifiges Roheisen, Roheisen mit grauem Saum, oder mit grauer Naht. Die Begrenzung beider Arten ist bei diesem Roheisen sehr scharf und bestimmt.

In andern Fällen findet aber keine so scharfe Grenze Statt, sondern das graue Roheisen liegt nur, in der Gestalt von Sternchen oder von einzelnen Flecken, in der übrigen Masse des Eisens, welche bald blumiges Floß, bald Spiegeleisen seyn kann, zerstreut. Zuweilen ist die Masse des weißen Roheisens vorwaltend und so überwiegend, daß es ganz die Eigenschaften des weißen Roheisens behält. Zuweilen bekommt aber das graue Roheisen die Oberhand, so daß es den Anschein gewinnt, als ob weiße Flecken auf grauem Grunde eingesprengt wären. Alsdann nähert sich das Roheisen in seinen Eigenschaften mehr dem grauen Roheisen. Ein bestimmtes Verhalten läßt sich hierbei so wenig nachweisen, als es überhaupt ein bestimmtes Verhältniß giebt, in welchem beide Roheisenarten mit einander gemengt vorkommen. Man nennt sowohl das Gemenge, bei welchem graue Flecken auf weißem Grunde, als dasjenige, bei welchem weiße Flecken auf grauem Grunde zum Vorschein kommen, halbirtes Roheisen. Ist die graue Roheisenart mehr überwiegend, so pflegt man das Roheisen wohl schwach halbirtes, und wenn die weiße Roheisenart überwiegend ist, stark halbirtes Roheisen

zu nennen. Diese Benennungen dienen indeß mehr dazu, um sich über das äußere Ansehen des Roheisens zu verständigen, als sie geeignet sind, über die Natur und Beschaffenheit des Roheisens einen Aufschluß zu geben.

§. 50.

Bei sehr vielen Eisenarten verlangt man, daß die wahre Farbe des Eisens hervor treten soll. Zur Befreiung des Metalles von seiner schwarzen Hülle, welche vorzüglich bei jeder Behandlung des Eisens im Feuer schnell zum Vorschein kommt, bedient man sich entweder des Feilens, oder des Schleifens, oder des Beitzens. Einen noch höheren Glanz muß man der gefeilten, geschliffenen, oder gebeizten Oberfläche durch Scheuern (mit Scheuerstöcken, auch wohl mit Sand und Schlacken, oder durch Reiben mit Rostpapier) ertheilen, und wenn der höchste Grad des Glanzes verlangt wird, muß die Fläche des Eisens mit harten Körpern (Agat, Blutstein, Stahl), oder mit natürlichen oder künstlich bereiteten Pulvern vorsichtig gerieben oder polirt werden. Das Reiben mit harten Körpern (mit dem Polirstahl) nennt man die rohe Polirung, und das Reiben oder Schleifen mit Pulvern die feine Polirung, zu welcher letzteren man sich in allen Fällen, wo es nur möglich ist, der Polirscheiben bedient.

Rinman a. a. O. I. 17 u. f.

Unterricht vom Poliren des Eisens und Stahls für Stahlarbeiter. Aus d. Schwed. von Gröning. Flensburg 1787.

Geheimniß der Engländer, den Stahl zu poliren und recht glänzend zu machen. Schreber's Sammlungen, X. 237.

Textur des Eisens.

§. 51.

Nach der Textur des Eisens und des Stahls wird, in Verbindung mit den Kennzeichen, welche die Farbe und der Glanz angeben, die Beschaffenheit dieses Metalles in der Regel bestimmt; weshalb es nöthig ist, die Textur sehr genau zu kennen. Um diese zu beurtheilen, ist jedes Mal eine frische Bruchfläche nothwendig.

Die ursprüngliche Textur des Stabeisens ist körnig oder zackig. Weil das Stabeisen aber jederzeit eine gewisse äußere Gestalt durch das Schmieden oder durch das Ausstrecken erhält; so kommt es sehr darauf an, ob die Stäbe dicker oder dünner ausgeschmiedet worden sind, weil sich die Textur durch das Schmieden zu schwachen Stäben sehr verändert und oft zu irrigen Schlußfolgen Anlaß giebt. Soll also die Textur untersucht und richtig beurtheilt werden, so müssen die Stäbe nicht unter einem Zoll im Quadrat, und bei flachen Stäben nicht unter $\frac{1}{2}$ Zoll stark seyn.

Körner, welche gar keine bestimmte Form haben, die weder eckig noch schuppig sind, und denen man es ansieht, daß sie durch äußere Gewalt gedehnt und gezogen werden mußten; bei denen man also in jedem Korn eine sehnige Textur oder eine eigentlich zackige Beschaffenheit des Korns warnimmt, bezeichnen das zäheste, beste und vollkommenste Eisen, welches, zu dünnen Stäben ausgereckt, jedes Mal eine vollkommen sehnige Textur annimmt. Die Sehnen oder Adern haben dann aber eine lichte Farbe, und sind sehr lang ausgedehnt, weil eine große Kraft erforderlich war, um sie zu zerreißen.

Vielkantige Körner hingegen, welche gröber oder feiner seyn können, und daher der Bruchfläche auch zuweilen wohl

ein schuppiges Ansehen geben, zeigen ein schlechtes, brüchiges Eisen an. Haben diese Körner ein schiefriges Ansehen, so ist das Eisen verbrannt; sind sie ganz flach und schuppig, so ist das Eisen kaltbrüchig; sind sie kantig (aber nicht zackig) und mit Sehnen untermengt, so ist das Eisen roh und schlecht gefrischt. Das schuppige und das kantigkörnige Eisen mit vermengten Sehnen gehen durch außerordentlich viele Nuancen in einander über; je mehr sich das Kantige verliert und je mehr die sehnige Textur hervor tritt, desto mehr verbessert sich die Beschaffenheit des Eisens. Die Sehnen haben indeß noch immer eine dunkle Farbe und lassen sich auch nicht zu der Länge ausdehnen, wie bei der körnigzackigen Eisensorte, sondern die Adern oder Sehnen sind kürzer, und lassen sich mit geringer Gewalt trennen. Rothbrüchiges Eisen zeigt immer lange Sehnen, und nähert sich nach den verschiedenen Graden des Rothbruchs der zackigkörnigen oder der kantigkörnigen Eisengattung. Beide gehen auch in einander über; indeß ist das kantigkörnige Eisen, welches bei dem Ausschmieden zu dünnen Stäben gar keine Sehnen zeigt, das allerschlechteste zu nennen

§. 52.

Aus dem Umstande, daß das Stabeisen in dicken Stükken oder in sehr starken Stäben niemals eine sehnige oder adrige Textur auf der Bruchfläche zeigt, haben mehrere Metallurgen geschlossen, daß die Sehnen oder Adern bloß eine Folge des Schmiedens wären. So richtig diese Behauptung auch ist, so ausgemacht ist es doch auch, daß nicht alles Eisen durch das Schmieden eine sehnige Textur erhält, sondern daß einiges Eisen, auch zu den dünnsten Stäben ausgereckt, beständig einen kantigkörnigen oder schuppigen Bruch behält. Die Anlage zu den Sehnen oder Adern muß also schon in der Natur des Eisens lie-

gen; das zäheste und der äußeren Gewalt am meisten widerstehende härtere Eisen behält seine zackigkörnige Textur am längsten, und wird erst durch Schmieden zu dünnen Stäben sehnig. Das weichere Eisen giebt der äußeren Kraft früher nach, und wird eher sehnig, oder die Körner lassen sich eher breit drücken, und je nach dem sie selbst vorher einen mehr oder weniger starken Zusammenhalt in sich hatten, werden die Sehnen auch mehr oder weniger an einander hängen, und der äußeren Kraft bei dem Zerreißen oder Zerschlagen widerstehen; sie werden also länger oder kürzer, und im umgekehrten Falle gröber oder feiner. Bei dem Eisen, welches gar keine Sehnen zeigt, ist die Verbindung der Körner unter einander so geringe, daß sich jedes einzelne Korn nicht zu einer Sehne, sondern nur zu einer Schuppe, ausbreiten konnte; welche Schuppen, weil sie unter einander ebenfalls keinen Zusammenhang haben, der äußeren Kraft fast gar nicht widerstehen. Das schuppige und das kurz und grobsehnige Eisen nähern sich einander daher durch unmerkbare Uebergänge.

Rinman a. a. O. I. 493.

§. 53.

Eine deutliche Krystallbildung läßt sich bei dem reinen Stabeisen niemals bemerken. Das reinste Eisen zeigt in dicken Massen, die durch mechanischen Druck noch keine Veränderung in der Textur erlitten haben, nur den zackigen, oder den hakigen Bruch, ohne krystallinisches Gefüge, in sofern nämlich der zackige Bruch selbst nicht als krystallinische Bildung angesehen wird. Die Erfahrung lehrt aber, daß dasjenige Eisen, welches durch mechanischen Druck kein sehniges Gefüge erhält, zu den minder festen Eisenarten gehört (§. 52.), weshalb man sich zu allen Zwecken, die ein sehr festes Eisen erfordern, nur eines solchen Eisens

bedient, welches durch mechanischen Druck ein sehniges Gefüge anzunehmen fähig ist. Um die Bedingungen zu erforschen, unter denen gutes, körniges Stabeisen in sehniges verändert werden kann, hat man in Schweden Versuche in gewöhnlichen Schmiedeherden angestellt, und folgende Resultate erhalten.

1) Die Hitze, welche dem Eisen gegeben wird, um es abzurunden (um die viereckige Form in eine runde, Behufs der Anfertigung von eisernen Grubenketten, umzuändern), reicht nicht hin, das gute, körnige Stabeisen sehnig zu machen.

2) Das mit dieser Erhitzung verbundene Ablöschen eines sehnigen Stabes in Wasser, verändert die sehnige Textur noch nicht.

3) Sehniges, gutes Stabeisen, dem eine Schweißhitze gegeben worden ist, wird nach dem Ablöschen in Wasser (ohne vorheriges Schmieden) vollkommen körnig. Dieses Eisen, derselben Hitze unterworfen, und dann ausgereckt, erhält nach dem langsamen Erkalten seine vorige sehnige Textur vollständig wieder, selbst dann, wenn es abgelöscht ward, als es noch ganz rothwarm war.

Bloß weißwarm gemachtes sehniges Eisen verlor durch das Ablöschen sein Gefüge nur zum Theil.

4) Körniges, bis zur Schweißhitze erwärmtes, Eisen zeigte nach dem Ausrecken einige sehnige Stellen, und ward, als dies Verfahren einige Male wiederholt worden war, vollkommen sehnig. Bei einigen Sorten trat diese Umänderung früher ein.

Das zu Ketteneisen u. s. f. bestimmte gute körnige Eisen muß daher, wenn es Sehnen bekommen soll, erst ganz schweißwarm gemacht, und dann unter dem Hammer bearbeitet werden. Hat das zu verarbeitende Eisen schon

einige Anlage zu einem sehnigen Gefüge, so kann ein etwas geringerer Hitzgrad angewendet werden.

Eisen, welches durch solche Behandlung keine Sehnen erhält, muß als unbrauchbar zu Grubenseilen, Ketteneisen u. s. f. betrachtet werden. Aber umgekehrt läßt sich nicht auf die Anwendbarkeit des Eisens zu allem Gebrauch, der die größte Festigkeit des Eisens verlangt, alsdann schließen, wenn die sehnige Textur wirklich zum Vorschein kommt. Die Beschaffenheit des sehnigen Gefüges muß nämlich noch näher geprüft werden (§. 51.), weil auch das Stabeisen von minder fester Beschaffenheit, durch das Ausschmieden häufig sehnig wird. Dies Eisen zeigt aber im körnigen Zustande eine mehr glatte und kantige, als eine zackige und hakige Beschaffenheit des Korns, und im sehnigen Zustande zeichnet es sich durch die Kürze der Fasern, so wie durch den matten Glanz und durch die dunkle Farbe derselben unvortheilhaft aus. Sehnen, die den Glanz des matt gearbeiteten Silbers besitzen, und lichte Färbung zeigen, deuten auf ein festes und haltbares Eisen.

Je geringer der Grad der Hitze ist, und je schwächer der Druck, bei welchem sich das körnige Gefüge des Eisens in ein sehniges verwandelt, desto weniger Festigkeit und Haltbarkeit ist dem Eisen zuzutrauen.

Jern Contorets Annaler. 1822. p. 176.

§. 54.

Von der Textur des Eisens hängt seine Dichtigkeit, nämlich die Beschaffenheit des Eisens ab, bei dem Poliren eine völlig gleichartige Fläche zu zeigen. Das zackigkörnige Eisen ist zum Poliren das geschickteste, und das weiche kantigkörnige Eisen, welches leicht geneigt ist, eine kurz- und grobsehnige Textur anzunehmen, taugt zum Poliren am wenigsten. Das schlechteste kantigkörnige Eisen, welches

nicht

nicht einmal fähig ist, Sehnen anzunehmen, kann zwar einen hohen, sogar den höchsten, Grad von Politur erhalten; allein wegen seiner geringen Festigkeit läßt es sich nur zu wenigen Sachen anwenden. Auch das dichteste Eisen hat indeß noch nicht frei von undichten Stellen dargestellt werden können, indem es zeither noch nicht möglich war, alle undichten Stellen zwischen den Lamellen, Sehnen oder Adern, aus denen das gute Eisen zusammen gesetzt zu seyn scheint, zu vermeiden. Kleine Undichtigkeiten oder Löcher, welche bei dem Poliren schwarze Flecken oder Streifen bilden, nennt man Aeschel oder Aschenlöcher; größere hingegen, welche den Zusammenhang einzelner Lamellen theilweise aufheben, werden Schiefer genannt. Obgleich die Aschenlöcher sowohl, als die Schiefer, immer ein Beweis von gutem Eisen sind, so verursachen sie doch ein großes Hinderniß bei polirten Arbeiten, und die Schiefer können, wenn sie tief hinein gehen, die ganze Arbeit unbrauchbar machen.

Rinman a. a. O. I. 129 u. f.

§. 55.

Die Textur des Stahls ist zwar ebenfalls körnig, allein die Bruchfläche unterscheidet sich von der des Eisens dadurch, daß gar keine bestimmte Form eines einzelnen Korns zu bemerken ist, sondern daß ein ganz unbemerkbarer Uebergang von einem Korn zum andern Statt findet, so daß die Fläche ein fast ganz gleichartiges Ansehen bekommt. Je dichter und gleichartiger das Korn ist, desto besser ist der Stahl. Ausgezeichnet körniges Gefüge, besonders ein blaues, weißschimmerndes Korn und sehnige oder adrige Stellen, sind jedesmal ein Beweis von vorhandenem Eisen, und je mehr solcher Stellen sich auf der Bruchfläche finden, desto schlechter ist der Stahl. Wegen seiner Härte

muß der Stahl, wenn er auch zu den dünnsten Stäben ausgereckt würde, niemals eine sehnige Textur auf der Bruchfläche zeigen.

§. 56.

Die Textur des grauen Roheisens ist sehr verschieden, und geht vom vieleckigen körnigen Gefüge zu einer fein schuppigen, fast dichten Bruchfläche über, wobei es charakteristisch ist, daß die dunkle Farbe in demselben Verhältniß zurück tritt, als das körnige Gefüge unmerklicher wird. Wenn die Körner sehr platt und von schuppigem Ansehen sind, so deutet dies auf ein sehr unreines Roheisen.

Die Textur des weißen Roheisens geht aus dem strahligblättrigen Gefüge in den kleinsprittrigen, und von diesem in einen dichten, fast muschligen Bruch über, wobei die weiße Farbe in demselben Verhältniß zurücktritt, als das strahlige Gefüge unmerklicher wird.

Die Textur des luckigen Floßes ist mehr zackig- als eckig-körnig, und macht einen sehr deutlichen Uebergang in das dem Stahl eigenthümliche Gefüge.

§. 57.

Weil das Roheisen eine oft sehr zusammengesetzte Verbindung des Eisens mit andern Körpern ist, so sind die von der Farbe und von der Textur des Roheisens hergenommenen Kennzeichen ungemein trügerisch, wenn von ihnen ein Schluß auf die Güte und auf die Beschaffenheit desselben gemacht werden soll. Es kann Fälle geben, in denen das weiße blättrige, und andere, in denen das graue körnige Roheisen den Vorzug verdient.

§. 58.

Das graue Roheisen zeigt niemals eine krystallinische Bildung, sondern stets nur ein körniges oder schuppiges Gefüge. Die krystallinischen oder vielmehr die dendritischen (gestrickten) Bildungen, welche unter gewissen Umständen

in den Höhlungen einer vollkommen grauen Roheisenmasse zum Vorschein kommen, dürfen nicht als graues Roheisen betrachtet werden. Es sind krystallinische Ausscheidungen, welche durch Ruhe, unter dazu günstigen Verhältnissen gebildet werden, und welche wahrscheinlich ein bestimmtes chemisches Mischungsverhältniß des Eisens mit Kohle und mit anderen Körpern besitzen. Diese Bildungen haben die Gestalt einer vierseitigen Pyramide, deren Flächen aber niemals ausgebildet sind. Solche krystallinische Ausscheidungen finden sich auch in den verschiedenen Abarten des weißen Roheisens, mit Ausnahme des Spiegeleisens und des luckigen Floßes. Das Spiegeleisen ist selbst nämlich eine rein krystallinische Bildung, zusammengesetzt aus Aneinanderhäufungen von geschobenen Säulen, deren Winkel noch näher zu bestimmen seyn werden. Das luckige Floß ist eigentlich ein Mittelding zwischen Roheisen und Stahl und erstarrt zu schnell, als daß sich darin durch Ruhe krystallinische Bildungen aussondern könnten.

§. 59.

Das feinkörnige Gefüge des Stahls, und der Umstand, daß er niemals eine sehnige Textur annimmt, machen ihn viel dichter, und daher zu polirten Arbeiten, bei denen Politur die Hauptsache ist, viel anwendbarer, als das Stabeisen. — Auch das weiße Roheisen nimmt einen weit höheren Grad der Politur an, als das Stabeisen, und würde zu polirten Arbeiten in vielen Fällen ungemein anwendbar seyn, wenn die Härte und Sprödigkeit nicht ein Hinderniß wären. Das graue Roheisen ist aber zu undicht, und daher zu polirten Arbeiten gar nicht zu gebrauchen.

Specifisches Gewicht des Eisens.

§. 60.

In den Angaben der specifischen Gewichte der verschie-

denen Metalle, finden sich so viele Abweichungen, daß dieselben wohl nicht als Beobachtungsfehler angesehen werden können, sondern in der mehr oder weniger reinen Beschaffenheit der Metalle, deren specifisches Gewicht ausgemittelt ward, gesucht werden müssen. Daher kann es nicht auffallen, wenn dieser Mangel an Uebereinstimmung auch bei den verschiedenen Arten des Eisens gefunden wird. Zur Vergleichung des specifischen Gewichts des Eisens mit dem der anderen bekannteren Metalle, möge folgende Uebersicht dienen.

Platina . .	20,857	bis 21, 74
Gold	19,2	bis 19, 4
Queckſilber	13,575	bis 13,613
Blei	11,352	bis 11,358
Silber . . .	10,474	bis 10,510
Kupfer . . .	8,788	bis 8,878
Nickel . . .	8,279	bis 9,0
Arſenik . .	8,31	
Stahl . . .	7,79	
Stabeiſen .	7,30	
Roheiſen . .	7,00	
Zinn	7,291	bis 7,299
Antimon . .	6,702	bis 6,86
Zink	6,861	bis 7,1908
Kobalt . . .	7,7	bis 8,7
Wismuth .	9,67	bis 9,822
Mangan . .	6,85	bis 8,013 (?)
Uran	9,0	(6,44?)
Tellur . . .	6,115	bis 6,343.
Kadmium .	8,604	bis 8,6944
Molybdän . .	7,5	bis 8,6
Chrom . . .	5,9	
Titan	5,3.	

Scheel . . . 17,22 bis 17, 6
Tantal?
Palladium . 11,3 bis 12,148
Rhodium . . 11,0.
Iridium . . 18,68
Osmium?

§. 61.

Das specifische Gewicht der Eisenarten ist von mehreren Metallurgen, am genauesten und sorgfältigsten von Rinman, untersucht. Bei allen diesen Untersuchungen hat sich aber kein so bestimmtes Resultat ergeben, daß von dem aufgefundenen specifischen Gewichte des Eisens auf seine Beschaffenheit, ob es nämlich Stabeisen, Stahl oder Roheisen ist, ein sicherer Schluß gemacht werden könnte. Im Allgemeinen ergiebt sich aus allen Versuchen, daß Stahl schwerer als Stabeisen, dieses schwerer als weißes Roheisen, und dieses wieder schwerer als graues Roheisen ist; allein es giebt einzelne Sorten von Stabeisen, die schwerer sind als Stahl, und einzelne Stahlarten, die leichter sind als Stabeisen; ja es kommt sogar weißes Roheisen vor, welches sich dem Gewichte des Stabeisens nicht allein ungemein nähert, sondern dasselbe auch übertrifft; und unter den Roheisenarten ist ebenfalls keine bestimmte Gränze zu finden.

Als Durchschnittszahl läßt sich das specifische Gewicht

des Stahls zu 7,700
des Stabeisens zu . . . 7,600
des weißen Roheisens zu . 7,500
des grauen Roheisens zu 7,000

das Gewicht des Wassers zu 1,000 festgesetzt, annehmen.

§. 62.

Eine genaue Kenntniß des specifischen Gewichtes der

verschiedenen Eisenarten hat nicht bloß ein praktisches, sondern auch ein theoretisches Interesse, in so fern sich daraus künftig vielleicht auf den Verbindungszustand schließen lassen wird, in welchem sich das Eisen mit den ihm beigemischten Körperu befindet. Es mögen daher hier verschiedene Angaben von specifischen Gewichten verschiedener Eisensorten folgen, die theils von Rinman u. s. f. theils von mir selbst herrühren. Die mit B. bezeichneten Angaben sind durch Wägungen des Herrn Assessor Brömel bestimmt, welcher die Güte hatte, dieselben auf meine Veranlassung anzustellen.

A. Stabeisenarten.

1.	Stabeisen 7,643	Hawksbee
2.	Desgleichen 7,795	Lewis.
3.	Stahlartiges Eisen 7,731	Rinman
4.	St. von Grangerde 7,698	R.
5.	Kaltbrüchiges St. eben daher . . 7,742	R.
6.	Gutes schwed. Eisen 7,698	R.
7.	Kaltbrüchiges St. von Wondollek 7,7255.	
8.	— von Peitz 7,6943	
9.	— von Reinerz 7,3614	
10.	Rothbrüchiges Stabeisen 7,6748	
11.	Gutes Stabeisen aus Oberschlesischem Koakroheisen gefrischt . . 7,6998	
12.	Ein anderes Stück, sehr sehnig; aus Holzkohlenroheisen . . . . . 7,6954.	
13.	Desgleichen, aber mehr körnig . 7,7128	
14.	Desgl., von vorzüglicher Güte . 7,7052	
15.	Das weichste und zäheste (englische?) Stabeisen 7,716	Pearson
16.	Ein anderes Stück 7,700	Pearson
17.	Noch ein anderes Stück 7,780	Pearson
18.	Desgleichen 7,787	Pearson

19. Gewöhnliches (englisches?) Stabeisen	7,600	Pearson
20. Eine andere Sorte	7,450	Pearson
21. Stabeisen	7,847	Stodart und Faraday.

B. Stahlarten.

1. Weicher Stahl	7,738	Hawksbee
2. Gehärteter Stahl	7,704	Hawksbee
3. Das Stabeisen Nr. 2 zu Stahl gebrannt	7,618	Lewis
4. Stahl mit Steinkohlen gebrannt	7,753	Rinman
5. Derselbe mit Holzkohlen gebrannt, ungehärtet	7,751	R.
6. Derselbe gehärtet	7,553	R.
7. Englischer Cementstahl, gehärtet	7,580	R.
8. Stahl, mit Salz und Ruß cementirt	7,729	R.
9. Steyerscher Rohstahl, ungehärtet	7,782	R.
10. Derselbe Stahl, gehärtet	7,822	R.
11. Englischer Gußstahl, geschmiedet und geglühet	7,919	R.
12. Derselbe Stahl, kalt gehämmert	7,830	R.
13. Derselbe Stahl, bei einer gelinden braunrothen Hitze gehärtet	7,708	R.
14. Derselbe Stahl, in weißwarmer Hitze gehärtet, grob im Bruche	7,831	R.
15. Schwedischer Cementstahl, blasig, ungereckt	7,255	R.
16. Derselbe Stahl, ausgeschmiedet, aber nicht gehärtet	7,767	R.
17. Wootz	7,181	Pearson
18. Desgleichen	7,403	Pearson
19. Desgleichen aber überschmiedet	7,503	Pearson

20. Ein anderes Stück . . . . . 7,647 Pearson
21. Umgeschmolzener Wootz . . . . . 7,200 Pearson
22. In der Weißglühhitze abgelöschter Wootz . . . . . 7,166 Pearson
23. Cementstahl aus Oeregrund-Eisen 7,313 Pearson
24. Desgl., geschmiedet . . . . . 7,735 Pearson
25. Deutscher Rohstahl . . . . . 7,500 Pearson
26. Desgl., in der Weißglühhitze abgelöscht . . . . . 7,370 Pearson
27. Geschmiedeter Cementstahl aus Oeregrund-Eisen, in der Weißglühhitze gehärtet o. abgelöscht . . 7,555 Pearson
28. Desgleichen . . . . . 7,570 Pearson
29. Desgleichen, aber nicht gehärtet . 7,693 Pearson
30. Geschmiedeter Hunzmann-Gußstahl . . . . . 7,826, 7,830 und 7,916 Pearson
31. Desgl., in der Weißglühhitze gehärtet, ... 7,765 und 7,771 Pearson
32. Geschmiedeter gewöhnlicher Stahl 7,794 Pearson
33. Derselbe, gehärtet . . . . . 7,676 Pearson
34. Wootz von Bombay, nicht ausgeschmiedet . . . . . 7,665 Stodart und Faraday
35. Derselbe, gegerbt . . . . . 7,670 St. u. F.
36. Wootz von Bengalen, in Kuchen oder Brocken . . . . . 7,730 St. u. F.
37. Derselbe, umgeschmolzen und gehämmert . . . . . 7,787 St. u. F.

C. Roheisenarten. (Unmittelbar aus dem Hohenhofen, in so fern das Gegentheil nicht ausdrücklich bemerkt ist).

1. Grau, grobkörnig, vom besten Gange des Ofens . . . . . 7,052. Rinman.

2. Desgleichen . . . . . 7,032 Rinman
3. Weiß und grell, aus rothbrüchigen Erzen . . . . . 7,676 R.
4. Weiß und spröde; kaltbrüchig . . 7,428 R.
5. Grau, grobkörnig und etwas kaltbrüchig . . . . . 7,275 R.
6. Grau, feinkörnig . . . . . 7,175 R.
7. Lichtgrau, feinkörnig, etwas rothbrüchig . . . . . 7.572 R.
8. Schwarzgrau, grobkörnig, sehr gaar 7,000 R.
9. Lichtgrau und weniger gaar . . . . 7,329 R.
10. Schwarzgrau, feinkörnig . . . . . 7,090 R.
11. Weiß und grell . . . . . 7,496 R.
12. Grau, kaltbrüchig . . . . . 6,893 R.
13. Weiß, feinkörnig, sehr fest . . . . . 7,840 R.
14. Weißes Roheisen, im Flammofen ungeschmolzen . . . . . 7,080 R.
15. Umgeschmolzenes Roheisen . . . . 7,012 Pearson
16. Ganz graues Koakoheisen von der Königshütte in Oberschlesien 6,7949
17. Halbirtes; eben daher 7,0515
18. Weißes; eben daher 7,4405
19. Das Eisen Nr. 16, viermal im Flammofen umgeschmolzen 6,83507
20. Dasselbe, im Flammofen weiß gemacht 7,5046
21. Ein anderes Stück 7,1686
22. Graues Holzkohlenroheisen von Neuwerk 6,9184
23. Blumige Flossen; eben daher . . . 7,5818
24. Spiegeleisen, von der Lohhütte . . 7,4859
25. Weißes Eisen, eben daher 7,3916
26. Halbirtes Eisen, eben daher und dem

grauen Eisen sich nähernd..... 6,8316
27. Graues Holzkohlenroheisen von Malapane in Oberschlesien 6,7388
28. Halbirtes Roheisen; eben daher . . 7,1194
29. Weißes; eben daher 7,6498
30. Im Flammofen weiß gemachtes Eisen aus grauem Holzkohlenroheisen . . . 7,4945
31. Ein anderes Stück 7,5195
32. Graues Holzkohlenroheisen von Geislautern, (zu 30 und 31 angewendet) . 7,0561
33. Graues, ungemein grobkörniges Roheisen von Broseln, im Flammofen umgeschmolzen 6,6351
34. Wiesenerzroheisen, weißes, von Crossen 7,2083
35. Desgleichen, graues, von Peitz . . . 6,9814
36. Desgleichen, halbirtes, von Gottow 7,0333
37. Spiegeleisen, von Müsen ..... 7,889 B.
38. Ein anderes Stück ..... 7,459 B.
39. Spiegeleisen mit grauem Saum; von Bendorf .....
a. Das Spiegeleisen ..... 7,279 B.
b. Der graue Saum ..... 6,514 B.
40. Graues Roheisen; aus Rotheisenstein 6,851 B.
41. Graues Roheisen, von der Sayner . 7,833 B.
Hütte ..... 6,833 B.
42. Halbirtes Roheisen, eben daher . . . 7,284 B.
43. Weißes Roheisen; eben daher . . . . 7,580 B.
44. Unmittelbar im Gestell des Ofens, durch die Wirkung des Gebläses auf das flüssige graue Roheisen, weiß gemachtes Eisen, von der Bussemer Hütte in der Eiffel ..... 7,716. B.

45. Weißes Roheisen, bei welchem der Entkohlungsprozeß (44) nur unvollkommen erfolgt ist. . . . . 7,725 B.
46. Graues Rohstahleisen von der Hammhütte . . . . . 7,019 Stengel
47. Desgleichen . . . . . 7,133 St.
48. Desgleichen . . . . . 7,113 St.
49. Desgleichen . . . . . 7,077 St
50. Dasselbe Eisen, durch Abschrecken, oder durch plötzliches Abkühlen weiß gemacht 7,583 St.
51. Zwei andere Stücken . . . 7,611 und 7,619 St.
52. Spiegeleisen von der Hammhütte . . 7,614 St.
53. Desgleichen . . . . . 7,787 St.
54. Desgleichen . . . . . 7,666 St.

Die ungemein großen Abweichungen bei diesen Angaben mögen zum Theil vielleicht daher rühren, daß die Abwägungen nicht immer bei gleicher Temperatur vorgenommen worden sind; allein der vorzüglichste Grund ist in der Beschaffenheit des Eisens selbst zu suchen. Wäre das Stabeisen immer ganz rein und von anderen Beimischungen völlig frei; so würde eine so große Verschiedenheit im specifischen Gewicht unmöglich statt finden können. Bei dem Stahl sowohl, als bei dem grauen und bei dem weißen Roheisen, müssen die Differenzen noch größer seyn, weil sie in ihrer chemischen Zusammensetzung sehr bedeutende Verschiedenheiten zeigen.

Rinman, a. a. O. I. 106 u. f. — Pearson's Exper. and Observ on Wootz; im Repertory of Arts. V. 49. — Stodart und Faraday, in Karsten's Archiv für Bergbau nnd Hüttenwesen VIII. 193. — Stengel: Archiv. IX. 243.

§. 63.

Nimmt man das Gewicht eines Berliner Kubikfußes

Wasser zu 66 Berliner Pfund an, so ergiebt sich das absolute Gewicht des Eisens folgendergestalt:

	Berliner Gewicht.
Stabeisen:	
1 Berliner Kubikfuß	514 Pfund.
1 — Kubikzoll	9,52 Loth.
Stahl:	
1 Berliner Kubikfuß	522 Pfund.
1 — Kubikzoll	9,66 Loth.
Roheisen:	
1 Berliner Kubikfuß	475 Pfund.
1 — Kubikzoll	8,752 Loth.

Diese Zahlen werden zum praktischen Gebrauche, nämlich bei Veranschlagung des Gewichts einer aus Stabeisen oder aus Roheisen anzufertigenden Waare, vollkommen zureichend seyn.

Adhäsion des Eisens.

§. 64.

Obgleich über die Adhäsion, nämlich über die Kraft, mit welcher feste Körper an den Oberflächen der tropfbar flüssigen Körper anhängen, noch fast gar keine Versuche angestellt sind, und obgleich der Nutzen dieser Versuche für das praktische Leben bis jetzt noch nicht einleuchtet; so müssen die vorhandenen Beobachtungen doch um so mehr berücksichtiget werden, als sich daraus vielleicht einmal ein Schluß auf die Qualitäten der flüssigen und der festen Körper machen lassen wird. Guyton Morveau bestimmte die Adhäsion mehrerer Körper, indem er von jedem eine runde Platte von 1 Zoll im Durchmesser auf Queckſilber legte und durch Gewichte abriß. Dazu waren erforderlich

beim Gold	446 Gran
Silber	429 —
Zinn	418 —

Blei	. . . .	372 Gran
Wismuth	. .	317 —
Zink	. . . .	204 —
Kupfer	. . .	140 —
Spiesglanz	. .	126 —
Eisen	. . . .	115 —
Kobalt	. . .	8 —

Wiederholte Versuche mit mehreren Flüssigkeiten bei einerlei Temperatur können über die Adhäsionskraft, welche sich weder nach dem specifischen Gewichte, noch nach der Festigkeit des starren Körpers zu richten scheint, Auskunft geben.

Guyton Morveau, Maret und Durande, Anfangsgründe der Chemie. Aus d. Franz. von Weigel, I. 49.

Härte des Eisens.

§. 65.

Unter Härte wird bekanntlich der Widerstand verstanden, den die einzelnen Theilchen eines Körpers der Kraft entgegensetzen, welche sie von einander trennen will. Sie äußert sich also beim Ritzen, Schneiden, Bohren und überhaupt da, wo nur ein Theil des Körpers der eindringenden Kraft Widerstand leisten soll; also auch beim Schlagen und beim Stoßen, insofern hier von dem Nachgeben des einzelnen geschlagenen oder gestoßenen Theils des Körpers, und nicht von dem Widerstande die Rede ist, den der ganze Körper dem Schlage oder Stoße entgegengesetzt.

Die Grade der Härte des Stabeisens lassen sich, so verschieden sie auch sind, doch nicht genau angeben, weil wir noch keinen genauen Maaßstab zur Bestimmung der Härte besitzen. Eisen, welches beim Schlagen, Werfen u. s. f. zu leicht Eindrücke annimmt, pflegt zwar gewöhnlich zäh und biegsam zu sein, allein es ist nicht zu allen Arbeiten zu gebrauchen, und muß demjenigen Eisen offenbar nachge-

setzt werden, welches neben der Tugend der Zähigkeit und Festigkeit, auch noch die einer gehörigen Härte besitzt. Man theilt das Stabeisen daher auch wohl in hartes und weiches ein, und beurtheilt nach der Textur (§§. 51. 52.), zu welcher von diesen beiden Arten es jedesmal gehört. Das weiche und zähe Eisen zeigt schon in nicht sehr dünnen Stäben eine langsehnige Textur und lichte Adern, deren Farbe das Mittel zwischen silberweiß und bleigrau hält. Ein solches Eisen ist von vorzüglicher Güte, obgleich es dem harten, zähen Eisen, welches nur in dünnen Stäben ein silberweißes, adriges Gefüge bekommt, nachstehen muß. Das weiche Eisen hingegen, welches ein kurzsehniges Gefüge hat, und dessen Farbe auf dem Bruche das Mittel zwischen bleigrau und schwarzgrau hält, ist weich und mürbe, oder es besitzt neben der Weichheit keine Festigkeit, und gehört zu den schlechteren Eisensorten, welche sich bald abnutzen und der äußeren Gewalt auch nicht stark widerstehen.

Bei allen diesen Stabeisenarten ist es charakteristisch, daß sie, wenn sie im glühenden Zustande plötzlich im Wasser abgelöscht werden, keine bedeutend größere Härte erhalten. Dies ist auch der Fall bei einer besondereu Art des harten Eisens, welches den äußeren Einwirkungen einer Kraft, durch welche einzelne Theile desselben getrennt werden sollen, stärker widersteht, und welches nicht so leicht Eindrücke von der auf ihn eindringenden Kraft annimmt, als das weiche Eisen, welches aber neben der Härte nicht Festigkeit genug besitzt, um mit seiner ganzen Masse der äußeren Kraft zu widerstehen. Dies ist hartes und mürbes Eisen, welches auf dem Bruche eine schuppige oder eine vielkantig körnige Textur zeigt. (Roh gefrischtes und kaltbrüchiges Eisen.) Das verbrannte Eisen ist dagegen stets weich und mürbe.

§. 66.

Die Härte des Stahls ist größer als die des Stabeisens. Stahl läßt sich nicht so leicht ritzen und schneiden und nimmt beim Schlagen und Stoßen nicht so leicht äußere Eindrücke, an, als das Stabeisen. Er gehört zu den härtesten Stabeisenarten, muß aber dabei zugleich zähe seyn. Eine charakteristische Eigenschaft des Stahls, welche ihn zu manchen Anwendungen ganz besonders geschickt macht, ist die, daß sich die Härte desselben ungemein vergrößert, sobald er im glühenden Zustande in einer Flüssigkeit abgelöscht oder gegen einen kalten Körper schnell abgekühlt wird. Man nennt dies Ablöschen oder Abkühlen, wegen der daraus entstehenden Wirkung, das Härten des Stahls. Ungehärteter Stahl verhält sich wie das härteste Stabeisen, uud muß auch zugleich einen hohen Grad von Zähigkeit besitzen; gehärteter Stahl muß aber eine solche Härte annehmen, daß er von der besten Feile nicht angegriffen wird, und daß er in Glas schneidet.

§. 67.

Das graue Roheisen hat eine ungleich geringere Härte als das weiße. Die Härte des letzteren ist so groß, daß sich selbst die lichtgrauen Abarten desselben, welche unter dem Namen des schwach halbirten Roheisens (§. 49.) vorkommen, kaum feilen und bohren lassen. Dagegen sind die grauen Abarten des grauen Roheisens so weich, daß sie beim Schlagen oder Stoßen Eindrücke des Hammers annehmen, und sich jederzeit mit der Feile, mit dem Bohrer und mit dem Meißel bearbeiten lassen. Je mehr sich die graue Farbe ins Lichte zieht, desto mehr nimmt die Härte zu. Die Härte des weißen Roheisens ist so groß, daß das Eisen in Glas schneidet, und daß die schärfste englische Feile nicht greift. Das Spiegeleisen besitzt daher auch die größte Härte welche die des härtesten Stahls übertrifft,

Weil diese Härte bei der Bearbeitung der Gußwaaren sehr hinderlich ist, so hat man mehrere Mittel anzuwenden versucht, das harte Roheisen weich zu machen, wie weiter unten gezeigt werden wird. Die große Verschiedenheit der Härtegrade bei dem grauen und dem weißen Roheisen hat Veranlassung gegeben, das letztere Hartfloß zu nennen. Die Härte des weißen Roheisens ist so entschieden, daß alles Roheisen, welches sich gegen die Feile und gegen den Hammer nicht weich verhält, und welches sich nur schwer bohren läßt, ganz gewiß in überwiegender Menge aus weißem Roheisen besteht, wenn auch die weiße Farbe, durch die Beimengung von grauem Roheisen nicht deutlich zum Vorschein kommt. Alles weiche Roheisen hingegen, ist entweder graues Roheisen, oder enthält dieses doch in überwiegender Menge. — Man pflegt aber das graue Roheisen nicht Weichfloß (weiche Flossen) zu nennen, sondern bedient sich dieser Benennung für die luckigen Flossen (§. 48) welche zwar als eine Abart des weißen Roheisens betrachtet werden, aber eigentlich als ein eigenthümliches Produkt, welches sich mehr dem Stahl als dem Roheisen nähert, anzusehen sind.

§. 68

Die Sprödigkeit, oder die Eigenschaft des Körpers, daß sich ein Riß in demselben weiter verbreitet, als die Kraft ihn würde bringen können, die als trennend in ihn eindrang, scheint zwar gewöhnlich mit der Härte verbunden zu seyn; allein sie kann doch nicht als eine Folge der Härte betrachtet werden, weil es auch harte und geschmeidige Körper giebt. Je größer die Härte des Eisens, und je geringer dabei seine Sprödigkeit, je größer folglich seine Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit sind, für desto vollkommner muß das Eisen gehalten werden. Das harte und mürbe Eisen würde man daher auch hartes und sprödes Eisen nennen

kön-

können, wobei indeß wohl zu bemerken ist, daß zwar alles harte und mürbe Eisen spröde, aber nicht alles harte und spröde Eisen mürbe genannt werden darf, indem das geschmeidige Eisen durch viel kaltes Hämmern, und der geschmeidige Stahl durch Ablöschen im Wasser spröde wird, ohne deshalb mürbe gewesen zu sein. Diese Sprödigkeit muß sich durch Erhitzung wieder verlieren, wogegen das eigentliche mürbe Eisen immer spröde bleibt. In vielen Fällen muß von diesem Verhalten der Körper, bei der Verarbeitung des Eisens Gebrauch gemacht, und die durch vieles kaltes Hämmern erlangte Sprödigkeit, durch Ausglühen wieder gehoben werden.

§. 69.

Es ist bekannt, daß alle Körper in der Hitze einen Theil ihrer Härte verlieren. Das Stabeisen, der Stahl und das Roheisen sind im glühenden Zustande ebenfalls weicher, als im erkalteten. Eisen, welches sich daher im kalten Zustande ohne den größten Kraftaufwand nicht schneiden lassen würde, läßt sich im glühenden Zustande durch zweckmäßig konstruirte Scheeren leicht zertheilen. Sogar Roheisen welches in der Kälte gar nicht würde zerschnitten werden können, verliert im glühenden Zustande nicht bloß einen großen Theil seiner Härte, sondern auch seine Sprödigkeit, und läßt sich mit gewöhnlichen Holzsägen zerschneiden. Die merkwürdige Erscheinung, daß weiches Stabeisen harten Stahl durch schnelle Umdrehung zu zerschneiden vermag, hat ebenfalls darin ihren Grund, daß sich der Stahl stärker erhitzt, als das Eisen, wenn die Eisenscheibe bei ihrer Umdrehung gegen den Stahl wirkt.

Schweiggers Neues Journal für Chemie und Phys. 1812. V. 441 u. f. — Archiv für Bergbau und Hüttenwesen IX. 363. — Extrait d'une lettre addressée a Mr. d'Arcet, sur les moyens de scier la foute de Fer à chaud. Avec une

note de Mr. d'Arcet. Annales de Chimie. T 82. p. 218—228.
Archiv u. s. f. VIII. 412.

Festigkeit des Eisens.

§. 70.

Unter Festigkeit überhaupt versteht man den Widerstand, den der ganze Körper der Gewalt entgegensetzt, die seinen Zusammenhang zu ändern strebt. Die Festigkeit kann sich auf verschiedene Art äußern; indeß sind alle diese Aeußerungen nur Wirkungen einer und derselben Kraft. Wenn zwei Kräfte auf einen Körper in gerader Linie, aber in entgegengesetzten Richtungen wirken, um die Theile desselben zu trennen, oder den Körper auseinander zu reißen; so äußert sich die Festigkeit als Dehnbarkeit oder Steifheit, welche man Zähigkeit nennt, wenn der Körper die verlängerte Gestalt behält; und attractive Elasticität, wenn er seine alte Gestalt wieder annimmt. Der Körper leistet alsdann mit seiner absoluten Festigkeit Widerstand gegen die Kräfte, welche den Zusammenhang der Theile aufzuheben streben. — Wirken zwei Kräfte auf einen Körper in gerader Linie, aber in entgegengesetzten Richtungen, um die Theile desselben einander zu nähern, oder sie zusammenzudrücken; so äußert sich die Festigkeit als Geschmeidigkeit, und man nennt den Körper geschmeidiger als einen anderen, dessen Theile sich bei der Trennung am meisten verschieben lassen. In diesem Fall ist die relative Festigkeit des Körpers wirksam. — Schneidet endlich die trennende Gewalt die Richtung, nach welcher sich die Theilchen des Körpers vermöge des Zusammenhanges zu nähern streben; so äußert sich die Festigkeit, welche jetzt die respektive Festigkeit genannt wird, als Biegsamkeit, und durch den größeren und geringeren Grad der respektiven Festigkeit wird die geringere oder größere Zersprengbar-

keit und Zerbrechlichkeit des Körpers bestimmt. Wenn der biegsame Körper, nach dem Aufhören der äußeren Gewalt, seine vorige Gestalt mehr oder weniger vollkommen wieder annimmt; so besitzt er mehr oder weniger Elasticität, Federkraft und Springkraft.

Obgleich durch die Versuche mehrerer Naturforscher ausgemittelt worden ist, daß das beste Stabeisen jeden andern bekannten Körper an Festigkeit übertrifft; so fehlt es doch noch sehr an genauen Versuchen zur Bestimmung der Festigkeit von vielen Eisensorten, um dadurch den Einfluß der Beschaffenheit des Eisens auf seine jedesmalige Festigkeit näher darzuthun. Ob hartes festes Eisen, dem weichen festen Eisen, oder dieses jenem vorzuziehen ist, hängt von der jedesmaligen Anwendung ab, die von dem Eisen gemacht werden soll. Das harte feste Eisen scheint seine Festigkeit mehr durch Zähigkeit und durch eine geringere Brüchigkeit, das weiche feste Eisen hingegen mehr durch Geschmeidigkeit zu äußern; denn die verschiedenen Aeußerungen der Festigkeit stehen so wenig in gleichem Verhältniß, daß einem wenig zerbrechlichen Körper die Dehnbarkeit und die Geschmeidigkeit gänzlich abgehen können. Es ist daher auch nothwendig, die Größe der Festigkeit der verschiedenen Eisenarten, nach den Umständen, unter welchen sie sich äußert, besonders zu betrachten.

§. 71.

A. Von der absoluten Festigkeit des Eisens.

Daß die absolute Festigkeit mit den Flächen, welche getrennt werden sollen, in geradem Verhältniß steht, ist eine unmittelbare und nothwendige Folge von der Art, wie sie den trennenden Kräften entgegen wirkt. Wenn die Erfahrung diese Regel nicht immer bestätigt, und wenn Eisen mit

verschiedener Größe der Bruchflächen eine größere oder geringere Festigkeit zeigt, als ihm nach der Bruchfläche zukommen sollte; oder wenn ein und dasselbe Eisen, bei ganz gleichen Durchschnittsflächen, sich in der absoluten Festigkeit sehr verschieden verhält, je nachdem das Verhältniß der Dicke zur Breite auf verschiedene Weise, jedoch immer so abgeändert wird, daß der Flächeninhalt des Querschnitts derselbe bleibt; so ist diese Anomalie nur darin zu suchen, daß sich die Beschaffenheit des Körpers vor der Anstellung des Versuches geändert hat, entweder indem die Theilchen des Körpers durch mechanische Kräfte einander mehr genähert wurden, oder indem wirklich eine chemische Mischungsveränderung mit den Dimensionsveränderungen verbunden war. Bei dem Roheisen müssen außerdem der stärkere oder schwächere Druck beim Guß, die Beschaffenheit der Form, in welcher der Guß vorgenommen ward, die Temperaturverschiedenheiten des in Fluß gebrachten Roheisens, und endlich die Umstände, unter welchen die Erstarrung erfolgte, berücksichtigt werden. Dadurch wird es ungemein schwierig, die absolute Festigkeit der verschiedenen Eisenarten zu bestimmen und eine Uebereinstimmung in den Resultaten der Versuche zu erhalten.

Ein absolut steifer Körper, d. h. ein Körper, der sich vor dem Zerreißen nicht mehr oder weniger verlängerte, ist ohne Zweifel nicht vorhanden. Die erste Wirkung der Kräfte, welche das Eisen zu zerreißen streben, wird also darin bestehen, dasselbe auszudehnen, und das Maaß der Dehnbarkeit wird durch die Größe der dehnenden Kraft bestimmt werden können, indem sie mit derselben im geraden Verhältniß steht. Es scheint eine gewisse Gränze zu geben, bis zu welcher das Eisen seine vorige Länge wieder erhält, wenn die Wirkung der dehnenden Kräfte aufgehoben wird. In so fern man annehmen kann, daß der Zusammenhang

der Theilchen des Eisens bis zu dieser Gränze nicht wesentlich verändert wird, sondern daß die Veränderung erst alsdann eintritt, wenn das Eisen, nach Entfernung der dehnenden Kräfte, in dem ausgedehnten Zustande beharrt; gewähren die Versuche über die Ausdehnungsfähigkeit des Eisens einen großen Nutzen für die Anwendung, indem sie zeigen, bis zu welcher Gränze die absolute Festigkeit des Eisens mit Sicherheit in Anspruch genommen werden kann.

Die dem Zerreißen vorhergehende Ausdehnung des Eisens ist es aber, welche die Bestimmung des absoluten Maaßes seiner Festigkeit ebenfalls ungewiß macht. Die in Zahlen ausgedrückte, unmittelbar durch Versuche aufgefundene Größe der Kraft, welche das Eisen zerreißt, wird nämlich nicht auf die ursprüngliche Fläche des Querschnitts bezogen werden können, sondern sie bezieht sich auf diejenige Durchschnittsfläche, bei welcher die absolute Festigkeit des Eisens beim Zerreißen völlig überwunden ward. Würde die Kraft, bei welcher das Eisen zerriß, anf die ursprüngliche Fläche des Querschnitts bezogen, so würde die absolute Festigkeit in demselben Verhältniß zu klein angegeben werden, in welcher sich das Eisen vor dem Zerreißen ausdehnte. Man hat daher auch die absolute Festigkeit des schon in einen stärker ausgedehnten Zustand gebrachten Eisens, nämlich des Drathes, besonders geprüft, weil man häufig in den Fall kommt, davon Gebrauch zu machen. Die Verarbeitung des Eisens zu Drath geschieht stets mit Anwendung besonderer Mittel, nämlich durch ein von Zeit zu Zeit erfolgendes Ausglühen des gedehnten Metalles; auch wird bei dieser Verarbeitung, wenigstens bei den ersten Vorarbeiten, nicht bloß von der absoluten, sondern auch von der relativen Festigkeit (beim Breiten und Ausziehen des Materials) Gebrauch gemacht, und endlich werden alle Vorarbeiten in einer sehr erhöheten Temperatur vorgenommen,

welche die Verschiebung der Theile erleichtert; so daß es nicht auffallen kann, wenn die absolute Festigkeit eines und desselben Eisens im Zustande des Drathes größer, als bei stärkeren Dimensionen gefunden wird. Daraus geht auch hervor, wie wesentlich verschieden die absolute Festigkeit eines geschlagenen Metalles gefunden werden kann, je nachdem dasselbe in stärkeren oder schwächeren Stäben zu den Versuchen angewendet ward.

Endlich wird die Bestimmung der absoluten Festigkeit noch dadurch erschwert und unsicher gemacht, daß man in der Regel sehr zusammengesetzter mechanischer Hülfsmittel bedarf, um die zum Zerreißen erforderlichen Kräfte in Anwendung zu bringen. Läßt sich auch das Moment der Kräfte mit ziemlicher Sicherheit berechnen; so können doch der Einfluß den die Reibung verursacht, die Correktion welche durch die Biegung der in den mehrsten Fällen erforderlichen Hebelsarme vorgenommen werden muß, und die Wirkung des Schwankens und der Erschütterung beim Hinzufügen neuer Gewichte zu der häufig sehr belasteten Vorrichtung, nicht mit Genauigkeit in Rechnung gebracht werden.

§. 72.

a. Von der absoluten Festigkeit des Stabeisens.

α. Ueber die Ausdehnungsfähigkeit des Stabeisens.

Nach den Untersuchungen des Hn. Tredgold soll gutes englisches Stabeisen, ohne eine dauernde (d. h. nach dem Wegnehmen der dehnenden Kräfte bleibende) Veränderung seines Gefüges zu erleiden, auf einer Querschnittsfläche von 1 rheinl. Quadratzoll mit 18233 Berliner Pfunden belastet werden können, nach deren Wegnahme der Stab keine andere Veränderung erleidet, als daß er sich um $\frac{1}{1400}$ seiner Länge ausgedehnt hat. Das Ausdehnungsverhältniß bei dieser Belastung, wäre also 1 : 1,000714.

Aus Hn. Duleau's Versuchen ergiebt sich, daß das Ausdehnungsverhältniß, bei gleichen Dimensionen, nämlich bei 1 Quadratzoll Durchschnittsfläche, und bei einer Belastung von ebenfalls 18233 Berliner Pfunden, nur 1 : 00062 sein würde. Diese Zahl weicht von der vorigen wenig ab. — Bei einer Belastung von 8760 Berliner Pfunden auf den Quadratzoll der Durchschnittsfläche, wird das Ausdehnungsverhältniß nur 1 : 1,0003 seyn, d. h. das Stabeisen wird sich um den drei zehntausendsten Theil seiner ursprünglichen Länge ausdehnen, aber bei der Aufhebung der Belastung seine ursprüngliche Länge wieder annehmen. Dies wäre also die Gränze, bis zu welcher keine bleibende Ausdehnung erfolgen soll.

Diese Verhältnisse der Ausdehnung zur Belastung gelten aber unbezweifelt nur bei schwachen Belastungen. Bei stärkeren Belastungen nimmt die Größe der Längenausdehnung und die damit im Verhältniß stehende Verminderung der Querschnittsfläche gewiß nach anderen Gesetzen bedeutend zu. — Um zu sehen, in welchem Verhältniß die Ausdehnung zu der vergrößerten Belastung stehe, nahm Hr. Telford einen Cylinder aus Stabeisen, dessen Querschnittsfläche 2,95631 rheinl. Quadratzolle betrug. Der Cylinder war 1 Fuß lang und ward in folgender Art belastet.

Größe des ziehenden Gewichtes in Berliner Pfunden.	Ausdehnung auf 12 Zoll Länge in Zollen.	Ausdehnungsverhältniß.	Bemerkungen.
97,213	0,1	1:1,0083	Beim Wegnehmen der Gewichte zog sich der Stab wieder $\frac{1}{4}$ Linie zusammen.
108,014	0,125	1:1,0104	Eben so.
118,816	0,25	1:1,0208	Desgleichen.
129,616	0,26	1:1,0216	Desgleichen.
151,219	0,375	1:1,03125	Zog sich nach dem Wegnehmen der Gewichte nicht wieder zusammen.
162,020	0,544	1:1,045	
172,982	0,75	1:1,062	Der ursprüngliche Durchmesser von 2 Zoll engl. hatte sich bis $1\frac{9}{16}$ Zoll vermindert.
183,523	0,86	1:1,072	
194,424	1,00	1:1,084	
205,226	1,35	1:1,1125	Der Durchmesser $1\frac{7}{8}$ Zoll.
216,030	2,20	1:1,183	Riß. Der Durchmesser $1\frac{1}{2}$ Zoll.

Bei der ersten Belastung, wobei sich der Stab um 1, 2 Linien auf einen Fuß Länge ausdehnte, betrug die Belastung auf 1 rheinl. Quadratzoll Durchschnittsfläche 32,883 Berl. Pfunde, also noch nicht das Doppelte von der Last (18,000 Pf.) bei welcher sich, nach Hn. Tredgold, der Stab nur 0, 1 Linie auf den Fuß ausdehnen soll. Die Ausdehnung hätte also 0, 2 Linien etwa betragen müssen; aber sie ward 6 mal so groß gefunden, weshalb die Ausdehnung des Eisens, bei stärkeren Belastungen, andere Gesetze zu befolgen scheint. — Uebrigens befolgte die Ausdehnung, wenigstens bei den anfänglichen Belastungen, ein ziemlich re-

gelmäßiges, und mit der ziehenden Kraft im Verhältniß stehendes Fortschreiten.

Zu einem anderen Versuch ward ein Quadratstab von Walliser Eisen genommen, dessen Breite und Dicke 1 Zoll engl. betrug. Er dehnte sich, bis der Riß erfolgte, bei steigenden Belastungen auf folgende Weise:

Größe des ziehenden Gewichtes in Tonnen.	Ausdehnung auf 12Zoll Länge in Zollen.	Ausdehnungsverhältniß.
18	0,25	1 : 1,0208
21	0,50	1 : 1,0416
23	0,75	1 : 1,0620
25	1,00	1 : 1,0840
27	2,25	1 : 1,1875
29	2,375	1 : 1,1975

Versuche über die absolute Festigkeit und die Ausdehnungsverhältnisse des Eisendrathes haben vorzüglich die Hn. Dufour und Seguin angestellt. Sie fanden, daß sich die dünnsten nicht ausgeglüheten Eisendräthe verhältnißmäßig am schwächsten ausdehnen, und daß die Verlängerung der Dräthe erst eintritt, wenn sie mit $\frac{2}{3}$ desjenigen Gewichtes belastet werden, bei welchem der Drath zerreißt. Bei der Hälfte dieses Gewichtes ist die Verlängerung kaum zu bemerken; bei $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ soll sie uoch nicht sehr bedeutend sein, und bei 0, 9 des zum Zerreißen erforderlichen Gewichtes, soll sie $\frac{1}{200}$ der ursprünglichen Länge des Drathes betragen. Wird der Drath sehr langsam, d. h. jedesmal nur unbedeutend stärker belastet, so soll die Ausdehnung etwas größer seyn, als bei schnell zunehmender Belastung. Ein Drath, welcher mit 0, 9 des Maximums, welches er zu tragen vermogte, belastet war, und mit dieser Belastung einmal 16 Stunden, und ein anderes mal 20 Stücken lang hängen blieb, zeigte weder in der absoluten Festigkeit, noch in

dem Ausdehnungsverhältniß eine Verschiedenheit, und verhielt sich fast eben so wie der Drath, welcher die Last nur wenige Minuten lang getragen hatte. — Eisendrath, welcher sich schon bis zum erfolgenden Zerreißen ausgedehnt hat, soll sich nur höchst wenig verlängern, wenn er von neuem belastet wird; auch soll das Gewicht, welches er bei der neuen Belastung trägt, nicht merklich von demjenigen verschieden seyn, bei welchem er das erste Mal zerrissen worden ist.

Dagegen soll die Verlängerung der ausgeglüheten Dräthe äußerst beträchtlich seyn, und ihre Ausdehnung soll 0,15 oder fast $\frac{1}{7}$ ihrer ursprünglichen Länge betragen. Aber die absolute Festigkeit des nicht ausgeglüheten Drathes ist ungemein viel größer als die des ausgeglüheten. Die stärkste Verlängerung des ausgeglüheten Eisendrathes beträgt, nach den Versuchen des Hr. Seguin nur zwischen $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{9}$, und die des nicht ausgeglüheten nur etwa 5 Tausendtheile ihrer ursprünglichen Länge, ein Ausdehnungsverhältniß, welches von der, bei stärkeren Eisenstäben statt findenden Verlängerung, häufig weit übertroffen wird.

§. 73.

ß. Bestimmung der absoluten Festigkeit des Stabeisens durch Zerreißen.

Obgleich durch die Gewichte, welche zum Zerreißen eines Stabes erforderlich sind, das Maaß der absoluten Festigkeit für die Fläche des Querschnittes unmittelbar gefunden wird, so wird das Resultat doch ungemein verschieden ausfallen müssen, je nachdem man die Größe der angewendeten Kraft auf die ursprüngliche, oder auf diejenige Fläche bezieht, bei welcher der Riß erfolgte. Diese Verschiedenheit ist um so größer, je größer das Ausdehnungsverhältniß des zerrissenen Stabes war. Stäbe mit größeren Quer-

schnittsflächen scheinen sich im Allgemeinen stärker auszudehnen, vielleicht wegen der geringeren mechanischen Zusammenpressung ihrer Theilchen. Bei der hier folgenden Zusammenstellung aller bis jetzt angestellten Versuche, ist die Tragkraft des Eisens bis zum Zerreißen auf eine gleiche Querschnittsfläche (von 1 Quadratzoll rheinl.) berechnet und die Gewichte sind sämmtlich auf Berliner Pfunde reducirt, weil es dadurch nur möglich ward, eine klare Uebersicht von den Erfolgen zu erhalten. Die in Klammern eingeschlossenen Zahlen beziehen sich auf die Querschnittsfläche, bei welcher der Riß erfolgte, wenn die Experimentatoren, außer der ursprünglichen Fläche, auch die Fläche angegeben haben, welche nach dem Versuch gefunden ward.

1. Versuche von Musschenbroek. Zum Zerreißen wurden Quadratstäbe von 0,1 Zoll rheinl. genommen. Die Durchschnittsfläche war folglich 0,01 Quadratzoll

Art des angewendeten Stabeisens.	Die Belastung auf 1 Quadrat-Zoll rheinl. betrug bis zum Zerreißen
Spanisches Eisen von Ronda in Andalusien.	80,000 Pf.
Dasselbe.	80,000
Schwedisches Eisen.	87,000
Dasselbe.	76,000
Dasselbe.	75,000
Dasselbe.	67,000
Osemund Eisen (Westphalen).	75,000
Dasselbe.	68,000
Dasselbe.	67,000
Deutsches Eisen. B. R.	91,000
— —	60,000
— — L.	84,000
— —	70,000
— —	68,000
— —	69,000
— —	67,000
— —	67,000
Lütticher Eisen.	81,000
— —	75,000
— —	61,000

2. Soufflot's Versuche. Mitgetheilt durch Hrn. Rondelet. Die Stäbe 24 Zoll lang, von ungleichen Dimensionen der Breite und Dicke. Die Eisensorten sämmtlich französisch, aber nicht näher bezeichnet.

Dimensionen der Stäbe, nach altem franz. Maaß, in Linien u. Quadratlin.			1 Quadratzoll rheinl. trägt bis zum Reißen.	Bemerkungen.
Breite	Dicke	Querschnittsfläche	Berliner Pfunde	
$2\frac{2}{3}$	$2\frac{1}{4}$	6	82,915	Völlig sehniger Bruch. Verlängerte sich fast um einen Zoll, hatte also das Ausdehnungsverhältniß von 1 : 1,042.
$2\frac{2}{3}$	2	$5\frac{1}{3}$	88,844	Sehniger Bruch.
6	$2\frac{1}{2}$	15	57,660	Sehniger und zackiger Bruch.
5	$2\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$	55,780	$\frac{2}{3}$ sehniger und $\frac{1}{3}$ zackiger Bruch.
$5\frac{1}{2}$	3	$16\frac{1}{2}$	47,020	Zur Hälfte sehniger, zur Hälfte zackiger Bruch.
6	3	18	121,735	Ganz sehniger Bruch. Verlängerte sich fast um einen Zoll.
6	3	18	59,866	$\frac{2}{3}$ sehniger und $\frac{1}{3}$ zackiger Bruch.
6	3	18	45,650	Ueber die Hälfte körniger, oder zackiger Bruch.
3	2	6	85,120	Nicht durchaus sehniger Bruch.
3 Linien im Durchm.		$7\frac{1}{4}$	131,099	Durchaus sehniger Bruch, verlängerte sich um 8 Linien.
4	4	16	26,316	Grobkörniger Bruch.
4	4	16	34,975	Der Bruch von mittlerem Korn.
4	4	16	51,270	Feinkörniger Bruch.
4	4	16	63,208	Dieser Stab ward durch Zusammenschweißen von 3 Stäben erhalten, die einen Bruch von mittlerem Korn hatten, so daß sie nach dem Zusammenschweißen einen zur Hälfte sehnigen Bruch erhalten hatten.
4	4	16	90,598	Eben so wie der vorige Stab bereitet, aber durch stärkeres Schmieden zu einer ganz sehnigen Textur gebracht.
4	4	16	51,270	Aus 3 Stäben von ganz grobkörnigem Bruch (Nr. 11.) zusammengeschweißt und dergestalt geschmiedet, daß die Textur auf der Bruchfläche zur Hälfte sehnig ausfiel.

3. Rennie's Versuche. Die Stäbe 6 Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll im Quadrat.
   a. Englisches Stabeisen, mit dem Hammer überschmiedet. Riß bei 57,232 Berliner Pfunden auf 1 Quadratzoll rheinl. Querschnittsfläche
   b. Schwedisches Stabeisen, ebenfalls mit dem Hammer überschmiedet. Riß erst bei 73,441 Pfunden Belastung auf 1 Quadratzoll.

4. Telford's Versuche. Sie wurden mit verschiedenen Sorten von Stabeisen von verschiedenen Dimensionen angestellt.

Dimensionen der Stäbe, nach engl. Maaß in Zollen	Eine Fläche von 1 Quadratzoll erforderte zum Zerreißen	Bemerkungen.
$1\frac{3}{8}$ Z im Durchm.	67,325 (100,580)	Süd-Walliser Eisen. Der 2 Fuß $2\frac{3}{4}$ Zoll lange Stab, verlängerte sich bis 2 Fuß $6\frac{7}{8}$ Zoll. Durchmesser der Bruchfläche $1\frac{1}{8}$ Zoll.
$1\frac{1}{2}$ Z. im Durchm.	68,500 (98,700)	Süd-Walliser Eisen. Der 2 Fuß $3\frac{3}{8}$ Zoll lange Stab, verlängerte sich bis 2 Fuß $6\frac{5}{8}$ Zoll. Durchmesser der Bruchfläche 1,25 Zoll.
$\frac{3}{4}$ Z. breit, $\frac{3}{4}$ Z. dick	61,290 (95,900)	Staffordshirer Eisen. Der 1 Fuß $1\frac{5}{8}$ Zoll lange Stab hatte sich bis 1 Fuß $11\frac{1}{4}$ Zoll verlängert. Bruchfläche, ein Quadrat von 0,6 Zoll.
$1\frac{1}{2}$ Z. br. $1\frac{1}{2}$ Z dick	63,200 (106,950)	Staffordshirer Eisen. Der 1 Fuß $7\frac{1}{2}$ Zoll lange Stab hatte sich 1 Fuß $9\frac{1}{4}$ Zoll verlängert. Bruchfläche $\frac{5}{8}$ Zoll im Quadrat.
1 Z. breit, 1 Z. dick	66,051	Walliser Eisen. Hatte sich auf 12 Zoll um $2\frac{3}{8}$ Zoll verlängert.
1 Z. breit, 1 Z. dick	66,051	Schwedisches Eisen. Der Riß erfolgte an einer unganzen Stelle des Stabes, der sich weniger als der vorige gedehnt hatte.
1 Z. breit, 1 Z. dick	66,050	Aus altem Eisen zusammengeschweißter Stab.
1 Z. breit, 1 Z. dick	71,130	Gewöhnliches Staffordshirer Eisen.
2 Zoll im Durchm	73,074 (129,980)	Gewöhnliches Stabeisen. Die Belastung erfolgte sehr langsam. Die Verlängerung betrug auf 1 Fuß, bis zum Reißen 2,2 Zoll. Der Durchmesser der Bruchfläche nahe 1,5 Zoll.

5. Brown's Versuche.

Dimensionen der Stäbe, nach engl. Maaß in Zollen	Eine Fläche von 1 Quadratzoll erforderte zum Zerreißen	Bemerkungen.
$1\frac{5}{10}$ und $1\frac{5}{10}$	54,542 (83,240)	Schwedisches Eisen. Bruchfläche $1\frac{1}{10}$ Zoll Quadrat. Sehr feinkörniger Bruch, von weißgrauer Farbe.
$1\frac{5}{10}$ und $1\frac{5}{10}$	53,212 (81,194)	Schwedisches Eisen, von demselben Stabe. Bruchfläche $1\frac{1}{10}$ Zoll Quadrat. Aeußerst feinkörnig, mit wenig sehnigen Stellen. Weißgrau.
$1\frac{3}{10}$ und $1\frac{3}{10}$	54,495 (100,370)	Schwedisches Eisen; andere Sorte. Faseriger Bruch; silberweiß. Sehr weich und verlängerte sich stark. Bruchfläche nur $\frac{7}{8}$ Zoll Quadrat.
$1\frac{5}{10}$ im Durchmesser	60,920 (104,946)	Russisches Eisen. Bruchfläche nur 1 Zoll im Durchmesser; so glatt wie mit der Scheere abgeschnitten und gar kein Gefüge erkennbar.
$1\frac{1}{4}$ und $1\frac{1}{4}$	55,870 (77,330)	Walliser Eisen. Bruchfläche $1\frac{5}{10}$ Zoll Quadrat. Dehnte sich sehr. Glänzend und sehnig, aber nicht so silberweiß wie das fremde Eisen.
$1\frac{1}{8}$ und $1\frac{1}{8}$	57,130 (64,050)	Walliser Eisen. Dehnte sich wenig; riß scharf ab. Bruchfläche $1\frac{1}{10}$ Zoll im Quadrat, stahlartig körnig, nicht sehnig.
2 Zoll im Durchm.	60,620 (97,440)	Walliser Bolzeneisen. Bruchfläche $1\frac{5}{8}$ Zoll Durchmesser.
$1\frac{2}{9}$ Zoll im Durchm.	60,435 (97,530)	Walliser Bolzeneisen. Beide Eisenarten zeigten sich sehr dehnbar.

6. Seguin's Versuche. Die Dimensionen der Stäbe sind in Millimetern angegeben.

Dimensionen der Stäbe	Eine Fläche von 1 Quadratzoll trägt bis zum Reißen	Bemerkungen.
32 und 27	29,536	Die Bruchfläche schien aus glänzenden, sehr regelmäßigen Façetten zu bestehen, deren Kanten etwa 1 Linie lang waren. Eine Ausdehnung war nicht zu bemerken.
13 und 13	44,320	Sehr gleichartiger, feinkörniger Bruch.
10,15 und 10,15	80,593 (84,945)	Ein halbzölliger Quadratstab von dem Eisen Nr. 2. ward in der Mitte durchgehauen, wieder zusammengeschmiedet und dann zu einem Quadratstabe von 10,15 Millimetern ausgereckt, worauf man ihn langsam erkalten ließ, ohne ihn wieder auszuglühen. Bruch feinkörnig und zackig. Ausdehnungsverhältniß 1 : 1,054.
4,5 und 4,5	89,242 (89,600)	Ein halbzölliger Quadratstab von dem Eisen Nr. 2. ward etwas stärker als bis zum kirschrothen Glühen erhitzt und unter dem Handhammer mit 5 Hitzen nach und nach bis zu einem Quadratstabe von 4,5 Millimetern ausgereckt, worauf er langsam erkaltete, ohne ausgeglühet zu werden. Ausdehnungsverhältniß nur 1 : 1,004. Bruchfläche dicht, ohne ein erkennbares Gefüge.
13,3 und 13,3	43,362 (43,470)	Ein Quadratstab von dem Eisen Nr. 2, von 13,3 Millimeter im Quadrat, ward in der Mitte durchgehauen, worauf beide Enden wieder zusammengeschweißt, aber weder ausgereckt, noch ausgeglühet wurden, sondern langsam erkalteten. Ausdehnungsverhältniß 1 : 1,0025.
13,5 und 13,5	43,362 (43,449)	Ein Quadratstab von dem Eisen Nr. 2, von 13,5 Millimetern im Quadrat, ward bis zum anfangenden Weißglühen erhitzt und erkaltete langsam an der Luft. Ausdehnungsverhältniß 1 : 1,002. Unregelmäßig schuppige Bruchfläche.
20,3 nnd 1,7	65,400 (66,380)	So genanntes Bandeisen, aus dem Eisen Nr. 2. Sehr weich. Die Bruchfläche zeigte einige Fasern. Ausdehnungsverhältniß 1 : 1,015.

7. Brunel's Versuche. Sämmtliche Stäbe waren aus Eisen von Yorkshire. Die Stäbe wurden in der Mitte, unter einem Hammer, ganz genau zu den bezeichneten Dimensionen gebracht.

Dimensionen nach englischen Zollen	Ein rheinländischer Quadratzoll Querschnittsfläche trägt bis zum Reißen
$\frac{3}{8}$ und $\frac{3}{8}$	68,375
—	73,425
—	78,450
—	79,390
—	64,706
—	72,507
—	73,678
—	64,522
—	80,582
—	83,628
—	73,792
—	75,950
—	71,452
—	71,475
—	73,200
—	67,920
—	72,630
—	70,442
$\frac{5}{32}$ und $\frac{5}{32}$	71,220
—	71,406
—	72,552
—	74,000
—	75,146
—	68,870

§. 74.

Aus der Zusammenstellung der Resultate von allen diesen Versuchen ergiebt sich, daß man noch weit davon entfernt ist, irgend eine Zahl mit Zuverläßigkeit angeben zu können, welche die absolute Festigkeit des Stabeisens anzugeben vermögte. Nicht allein die verschiedenartige innere Beschaffenheit des Eisens, sondern auch die Behandlung desselben im Feuer, nnd noch mehr die zum Zusammenpressen der Theilchen angewandte Kraft, folglich die Dimensionen, zu denen es gebracht worden ist, haben einen entscheidenden Einfluß auf die Größe der Festigkeit. Daher muß das runde Eisen fester als ein Quadratstab sein, wenn der Querschnitt von beiden einen ganz gleichen Flächeninhalt hat, und am festesten muß sich das flache Eisen bei gleicher Größe des Querschnitts verhalten, in so fern die Dicke desselben nicht größer ist, als der Halbmesser der Durchschnittsfläche des runden Eisens. Man wird der Wahrheit ziemlich nahe kommen, wenn man die absolute Festigkeit des Stabeisens auf folgende Weise bestimmt.

Gutes Stabeisen muß, in Quadratstäben, und auf die ursprüngliche Querschnittsfläche bezogen:

in Stäben von einem rheinländischen Zoll breit und dick, 58,000 Berliner Pfund,

in Stäben von einem halben Zoll Breite und Dicke, 75,000 Berliner Pfunde,

in Stäben von einem viertel Zoll Breite und Dicke und in noch geringeren Dimensionen, 90,000 bis 100,000 Berliner Pfunde und darüber,

auf eine Fläche des Querschnitts von einem rheinländischen Zoll berechnet, tragen können, ehe es zerreißt.

§. 75.

Die absolute Festigkeit des Eisendrathes muß aber, weil derselbe zu schwachen Dimensionen ausgezogen ist, bedeu-

Bayerische Staatsbibliothek München

tend größer seyn als die des Stabeisens, wenn das zum Zerreißen erforderliche Gewicht auf eine Fläche von 1 Quadratzoll rheinl. berechnet wird. Die Versuche, welche die Herrn Dufour und Seguin angestellt haben, stimmen darin überein, daß guter Drath, bis zur größten Feinheit ausgezogen, über 130,000 Berliner Pfunde auf 1 Quadratzoll Fläche berechnet, tragen kann, ehe er reißt. Eben diese Versuche zeigen aber auch, daß der ausgeglühete Drath kaum die Hälfte der Festigkeit besitzt, wie der nicht ausgeglühete.

§. 76.

b. Von der absoluten Festigkeit des Stahls.

Zur Bestimmung derselben sind nur äußerst wenige Versuche angestellt worden. Deshalb sowohl, als weil die Verschiedenheit des Härtezustandes des Stahls eine wesentliche Veränderung in den Resultaten hervorbringen kann, und weil die verschiedenen Stahlarten in ihren Eigenschaften und in ihrem Verhalten so sehr von einander abweichen; ist es sehr schwierig, die absolute Festigkeit des Stahls zu bestimmen.

1. Versuche von Musschenbroek. Zum Zerreißen wurden Quadratstäbe von 0,1 Zoll rheinl. genommen.

Art des angewendeten Stahls.	1 Quadratzoll rheinl. trägt bis zum Reißen
Gewöhnlicher Stahl, nicht gehärtet.	108,000
Stahl von mittlerer Güte, nicht gehärtet.	124,000
Sehr guter Stahl, nicht gehärtet.	119,000
Sehr guter Stahl, gehärtet und nicht wieder angelassen	112,000
Sehr guter Stahl, gehärtet und schwach angelassen.	150,000
Sehr guter Stahl, gehärtet und stärker angelassen.	135,000

Bayerische Staatsbibliothek München

Es würde also die absolute Festigkeit des Stahls fast noch einmal so groß seyn, als die des Stabeisens. Durch das Härten verliert der Stahl an Festigkeit, — welches auch mit Reaumur's Erfahrungen übereinstimmt, — welche er aber durch des darauf folgende Anlassen reichlich wieder gewinnt, und zwar in einem um so größeren Verhältniß, je geringer der Grad des Anlaufens war.

2. Versuche von Rennie. Der Härtezustand ist nicht angegeben, also war der Stahl wahrscheinlich nicht gehärtet. Die Stäbe waren 6 Zoll engl. lang, und $\frac{1}{4}$ Zoll engl. im Quadrat.

Art des angewendeten Stahls	1 Quadratzoll rheinl. trägt bis zum Reißen
Ausgeschmiedeter Gußstahl.	136,830
— Cementstahl.	135,700
— Gerbstahl.	130,070

Aus diesen wenigen Versuchen scheint hervorzugehen, daß die absolute Festigkeit des Stahls bedeutend größer ist als die des Stabeisens. Das Zurückbringen auf geringere Dimensionen, unter den Hammer, muß die Festigkeit ohne Zweifel, eben so wie bei dem Stabeisen, sehr vermehren.

§. 77.

c. Von der absoluten Festigkeit des Roheisens.

Der äußerst bedeutende Einfluß, welchen das stärkere mechanische Zusammenpressen der Theilchen auf die Festigkeit des Stabeisens und des Stahls äußerte, findet zwar wahrscheinlich in einem ungleich geringeren Grade bei dem Roheisen statt; auch ist das Ausdehnungsverhältniß des Roheisens ohne Zweifel noch geringer, als das des Stahls, so daß von dieser Seite die Bestimmung der absoluten Festigkeit des Roheisens sehr erleichtert würde; allein es tritt

hier ein Umstand ein, welcher diese Bestimmung noch ungemein viel schwieriger macht. Das Roheisen ist nämlich, wie der Stahl, eine Verbindung von wenigstens zwei Metallen (Eisen und Kohle), deren Verbindungszustand mehr oder weniger von der Temperatur, in welcher die Schmelzung erfolgte, und von den Umständen, unter welchen die Erstarrung statt fand, abhängig ist. Der Querschnitt des Roheisens stellt daher, — wenn es nicht etwa ganz weißes Roheisen ist, — eine Menge von Verbindungen dar, welche von der Oberfläche bis zum Mittelpunkte sehr verschieden seyn können. In so fern nun wesentlich die beiden Hauptarten des Roheisens, das graue und das weiße, von einander unterschieden werden müssen, dürfte sich annehmen lassen, daß die Festigkeit des weißen Roheisens ziemlich genau mit der Größe des Querschnitts in Verhältniß stehen, d. h. daß ein dickerer Stab nicht eine verhältnißmäßig geringere Festigkeit, als ihm dem Flächeninhalt nach zukommen sollte, besitzen wird, wie dies bei dem Stabeisen der Fall war; — und daß sich dagegen das graue Roheisen in dieser Hinsicht umgekehrt wie das Stabeisen verhalten, d. h. daß es in dickeren Stücken eine verhältnißmäßig größere Festigkeit, wie ihm dem Flächeninhalt noch zukommen sollte, äußern wird, als in dünneren Stäben. Der Grund liegt darin, daß das weiße Roheisen, in vollkommenem Zustande, eine gleichartige Verbindung ist, und daß es eine geringere Festigkeit besitzt, als das graue, welches letztere sich durch plötzliches Erstarren, welches durch das Ausgießen in schwachen Formen sehr befördert wird, mehr oder weniger in die weiße Art des Roheisens umändert. Durch das Erkennen dieses Verhaltens, würden sich wenigstens die Anomalien in den Resultaten der Versuche erklären lassen, wenn gleich dadurch für die wirkliche Bestimmung der Größe der absolu-

ten Festigkeit der verschiedenen Roheisenarten, noch nichts gewonnen wird.

Außer dieser großen inneren Verschiedenheit der Roheisenarten, welche durch die Abänderungen in den chemischen Mischungsverhältnissen herbeigeführt wird, werden die Resultate der Zerreißungsversuche bei dem Roheisen häufig dadurch unrichtig, daß sich, durch Dampfentwickelungen aus der Gußform, Blasen bilden, oder daß durch das krystallinische Gefüge des Roheisens undichte Stellen entstehen. Diese Hindernisse machen die Bestimmung der absoluten Festigkeit des Roheisens sehr unzuverläßig, woraus sich auch das Abweichende in den Erfolgen der wenigen zeither angestellten Versuche, erklärt.

§. 78.

Hr. Tredgold glaubt sich zu der Annahme berechtigt, daß das Roheisen, ohne eine dauernde Veränderung seines Gefüges zu erleiden, auf einen englischen Quadratzoll der Durchschnittsfläche, mit 15,300 englischen Pfunden belastet werden könne, wobei es sich um $\frac{1}{1204}$ seiner Länge ausdehnt. Dies würde auf einen rheinl. Quadratzoll Fläche eine Belastung von 15,664 Berl. Pfunden, bei einem Ausdehnungsverhältniß von 1 : 1,0008306, geben, oder die Ausdehnung wird auf einen Fuß Länge, 0,1196 Linien betragen.

Hrr. Brown zerriß einen $1\frac{1}{4}$ zölligen Quadratstab (3 Fuß 6 Zoll engl. lang) von dunkelgrauem Roheisen aus Wallis, mit einer Belastung von 11 Tonnen 7 Centnern. Die absolute Festigkeit dieses Roheisens wird folglich mit 16,536 Berl. Pf. auf einen Quadratzoll der Durchschnittsfläche auszudrücken seyn.

Hr. Rennie wendete zu den beiden, von ihm nur angestellten Versuchen über die absolute Festigkeit des Roheisens, auch nur Stäbe von $\frac{1}{4}$ Zoll engl. breit und dick an,

wodurch das Resultat schon an sich (§. 77.) unsicher wird. Außerdem ist auch die Beschaffenheit des Roheisens nicht angezeigt. Der eine Stab war horizontal gegossen und erforderte zum Zerreißen 1166 Pfund. Der zweite, senkrecht gegossene, ließ sich dagegen mit 1218 Pf. belasten. Diese Versuche haben in so fern ein Interesse, als sie zeigen, welchen Einfluß die Art des Gießens und der größere Druck in den senkrechten Formen, unter übrigens ganz gleichen Umständen, auf die Festigkeit des Roheisens äußern können. Der stärkere Druck versieht also bei dem flüssigen Roheisen einigermaßen die Dienste des Hammers oder des Walzwerks bei den geschmiedeten Metallen. — Nach Hr. Rennie's Angaben würde ein rheinl. Quadratzoll des senkrecht, oder stehend gegossenen Roheisens 19,862 Berliner Pfunde, und ein rheinl. Quadratzoll des horizontal, oder liegend gegossenen Roheisens 19,013 Berliner Pf. erfordern, welches sehr günstige Resultat um so mehr zur Vermuthung Anlaß giebt, daß das Roheisen im Flammofen umgegossen worden, als das bei Koaks erblasene Roheisen, unmittelbar aus dem Hohenofen, diese Festigkeit nicht zu besitzen pflegt.

Musschenbroek zerriß einen Roheisenstab, — dessen spec. Gew. zu 7,8076 angegeben wird, — von 0,17 Zoll breit und dick, mit einem Gewicht von 1930 Pf. Hiernach würden zu einer Querschnittsfläche von 1 Zoll rheinl., 66,778 Berl. Pf. gehören, ein Resultat, welches sich mit keiner Erfahrung in Uebereinstimmung bringen läßt.

Drei Zoll im Durchmesser starke Roheisenstäbe, unmittelbar aus dem Hohenofen gegossen, bei Holzkohlen und bei einem gaaren Gange des Ofens, aus Brauneisenstein erblasen, wurden in der Mitte bis zu einem Durchmesser von genau 2,5 Zoll rheinl. abgedreht, und vermittelst einer Wasserpresse zerrissen. Der Inhalt des Querschnitts war folglich 4,90625 Quadratzoll. Zwölf Versuche gaben im Durch-

schnitt eine zum Zerreißen erforderliche Kraft von 839 Centnern (zu 110 Pf.) 41¼ Pf. Daraus würde sich die zu einem rheinl. Quadratzoll erforderliche Kraft, zu 18,819 Berl. Pf. berechnen. Die Maschine war so konstruirt, daß 1 Pf. welches auf die Wageschaale gesetzt ward, mit einer Kcaft von 1365 Pfunden wirkte, wobei jedoch auf die Friktion nicht Rücksicht genommeu war, so daß die gefundene Zahl zu groß sein dürfte. — Es ergaben sich indeß bei diesen 12 Versuchen Differenzen, welche das Resultat unzuverläßig machen. Die größte angewendete Kraft betrug nämlich 106,127 Pfund, oder 21,039 Pf. auf den Quadratzoll; und die kleinste angewendete Kraft ward zu 70,628 Pf. oder zu 14,395 Pf. auf den Quadratzoll gefunden. Der Stab, welcher dieser geringeren Kraft unterlag, zeigte indeß eine undichte Stelle, und wenn das Resultat dieses Versuches daher nicht mit berücksichtigt ward, so ergab sich für die anderen 11 Versuche im Durchschnitt eine Kraft von 94,335 Pfunden, oder von 19,227 Pf. auf den Quadratzoll.

Versuche, welche mit eben diesem Roheisen, auf der Hütte selbst, und zwar mit Roheisenstäben, bis zu 1 Zoll Durchmesser in der Mitte abgedreht, angestellt wurden, gaben noch größere Abweichungen in den Resultaten, indem sich die absolute Festigkeit jenes Roheisens von 14,000 bis zu 24,000 Pf. auf den Rheinl. Quadratzoll differirend ausmittelte.

§. 79.

Es läßt sich daher die absolute Festigkeit des grauen Roheisens bis jetzt noch nicht mit einiger Zuverläßigkeit in Zahlen ausdrücken, sondern es ist aus den wenigen Versuchen nur zu schließen, daß dasjenige Roheisen, welches einer Kraft von 20,000 Pfunden auf den Quadratzoll des Querschnitts beim Zerreißen widersteht, zu den festeren Roheisenarten zu rechnen ist. Einiges schwach halbirte Roheisen

dürfte jedoch manches ganz graue an absoluter Festigkeit übertreffen, obgleich dies durch direkte Versuche auch noch nicht erwiesen ist.

Ueber die Festigkeit des weißen Roheisens sind noch gar keine Versuche angestellt worden. — Die Festigkeit des grauen Roheisens muß die des weißen ungemein übertreffen, weshalb auch alles Roheisen, welches sich durch seine Härte als ein Roheisen mit überwiegendem Gehalt von weißem Roheisen zu erkennen giebt (§. 67.), zu allen Anwendungen, bei welchem die Festigkeit die erste, und die Härte nur die zweite Bedingung ist, als völlig unbrauchbar erachtet werden muß.

§. 80.

B. Von der relativen Festigkeit des Eisens.

Die relative Festigkeit eines festen, absolut steifen und ganz homogenen Körpers, läßt sich durch keine Kraft überwältigen, wenn der Druck, welchen die beiden einander entgegen wirkenden Kräfte auf den Körper ausüben, in vollkommen senkrechter Richtung statt findet. Ist die Richtung der Kräfte nicht senkrecht, so widersteht der Körper durch seine respektive Festigkeit und wird nicht eigentlich zerdrückt, sondern zerbrochen. Dennoch läßt sich die relative Festigkeit eines jeden Körpers durch völlig senkrechten Druck überwinden, weil seine Theile nicht homogen sind. Er wird entweder gekrümmt, wenn das Verhältniß der Länge zur Breite und Dicke des Körpers sehr groß ist; oder im entgegengesetzten Fall wird er wirklich zerdrückt. Dies Zerdrücken giebt sich auf zweifache Weise zu erkennen; einmal indem der Körper seinen ganzen Zusammenhang behält, wobei nur ein Verschieben seiner Theilchen, nach allen von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte ausgehenden, die drückenden Kräfte senkrecht durchschneidenden Richtungen,

statt findet; und dann indem der Körper zertrümmert wird. Ersteres ist der Erfolg der Geschmeidigkeit, letzteres der Erfolg der Sprödigkeit eines Körpers. Daraus leuchtet es ein, daß die absolute und die relative Festigkeit eines Körpers gar nicht mit einander im Verhältniß stehen, und daß der Körper, dessen absolute Festigkeit ungleich geringer ist, eine weit größere relative Festigkeit zeigen kann, als ein anderer absolut fesserer Körper.

Tredgold und Duleau nehmen an, daß eine gleich große Kraft erforderlich sey, um die Theilchen eines Körpers bis zu einer gewissen Länge auszudehnen, und um sie bis zu eben dieser Länge zusammen zu drücken. Diese Uebereinstimmung der Größe, oder des Maaßes für die absolute und für die relative Festigkeit, soll aber nur bis zu einer gewissen Gränze, nämlich bis dahin statt finden, wo der Körper, durch die, seiner Festigkeit entgegen wirkenden Kräfte, keine daurende Veränderung in seiner Textur erleidet. Dieselbe Kraft also, welche, nach Duleau, das Stabeisen um 0,0003 seiner ursprünglichen Länge ausdehnt, wird es auch um 0,0003 seiner Länge zusammendrücken, und mit der Entfernung der Kräfte wird das Stabeisen seine vorige Länge wieder annehmen. — Nach Tredgold würde die Ausdehnung, oder die Zusammenpressung des Stabeisens 0,000714 seiner Länge seyn, wenn die dehnende oder die drückende Kraft 18,233 Berl. Pf. auf einen Quadratzoll der Oberfläche oder des Querschnitts beträgt. Und eben so würde das Roheisen um 0,0008306 seiner ursprünglichen Länge ausgedehnt oder zusammengepreßt werden, wenn der Quadratzoll seiner Oberfläche, oder seines Querschnittes, mit 15,664 Berl. Pf. dehnend oder drückend belastet wird.

Die Versuche des Hr. Pictet zeigen, daß die Verkürzung eines Roheisenstabes mit der drückenden Kraft nicht genau im graden Verhältniß steht, sondern daß sie etwas

größer ist, als sie verhältnißmäßig sein sollte. Sie zeigen ferner, daß die Verkürzung schon bei sehr geringen drückenden Kräften eintritt nnd daß diese Verkürzung in dem Verhältniß von 76 zu 50 von Hn. Duleau zu geringe angegeben, oder daß sie um die Hälfte größer ist. Hn. Pictet's Versuche beziehen sich jedoch nur auf sehr schwache Belastungen. Ein Stabeisenstab, welcher durch ein Gewicht von 260 Pfunden zu 0,000022 seiner ursprünglichen Länge zusammengedrückt worden war, erhielt seine ursprüngliche Länge nicht völlig wieder, als die drückenden Gewichte weggenommen wurden, sondern blieb um 0,0000023 verkürzt, welches Resultat die Annahmen der Hr. Duleau und Tredgold nicht bestätigt.

§. 81.

Versuche über das Zerdrücken des Stabeisens hat Hr. Rondelet angestellt. Bei diesen Versuchen wird jedoch nur erwähnt: der Würfel fängt an, sich zusammen zu drücken, ohne daß das Verhältniß der ursprünglichen zu der nach dem Versuch gefundenen Höhe des Würfels angegeben worden wäre. Die Dimensionen sind nach altem französischen Maaß angegeben.

Dimensionen der Würfel und Cylinder aus Stabeisen:	Ein rheinl. Quadratzoll Oberfläche erfordert, bis zum beginnenden Zusammendrücken, Berliner Pfunde:
Würfel von 6 Linien	71,215
Würfel von 8 Linien	71,636
Würfel von 10,5 Linien	72,900
Würfel von 12 Linien	71,917
Cylinder, 12 Linien Durchmesser und 12 Linien hoch.	73,041
Cylinder, 8 Linien Durchmesser und 8 Linien hoch.	72,340
Cylinder, 6 Linien Durchmesser und 6 Linien hoch.	71,636

§. 82.

Versuche über das Zerdrücken des Roheisens hat Hr. Rennie mitgetheilt. Indeß sind die Umstände, unter denen das Zerdrücken erfolgt, nicht genau angegeben. Alle zum Zerdrücken bestimmten Würfel oder Prismen wurden aus der Mitte einer Roheisenbarre ausgeschnitten und zu den bestimmten Dimensionen bearbeitet. Alles zu den Versuchen genommene Roheisen war graues Roheisen.

Dimensionen, nach engl. Maaß.	Spec. Gew. des Roheisens.	Ein rheinl. Quadratzoll Oberfläche erforderte zum Zerdrücken.	Bemerkungen.
Würfel von $\frac{1}{8}$ Zoll	7,033	95,307	Alle drei aus einer Barre.
Desgleichen		92,816	
Desgleichen		94,910	
$\frac{1}{8}$ Z. lang u. breit, $\frac{3}{8}$ Z. hoch	6,977	123,000	Beide aus einer Barre.
Desgleichen		151,416	
$\frac{1}{8}$ Z. lang u. breit, $\frac{3}{8}$ Z. hoch		154,890	Alle sechs aus einer Barre.
$\frac{1}{8}$ — — — — $\frac{4}{8}$ — —		131,424	
$\frac{1}{8}$ — — — — $\frac{5}{8}$ — —		92,226	
$\frac{1}{8}$ — — — — $\frac{6}{8}$ — —		114,250	
$\frac{1}{8}$ — — — — $\frac{7}{8}$ — —		104,483	
$\frac{1}{8}$ — — — — $\frac{8}{8}$ — —		94,323	
Würfel von $\frac{1}{4}$ Zoll	6,977	173,090	Aus derselben Barre, wie die nächst vorhergehenden.
Desgleichen		157,274	
Desgleichen		162,535	
Desgleichen		147,833	
Würfel von $\frac{1}{4}$ Zoll	7,113	170,976	Horizontal, oder liegend gegossen.
Desgleichen		175,695	
Desgleichen		173,811	
Desgleichen		142,572	
Würfel von $\frac{1}{4}$ Zoll	7,074	207,573	Senkrecht, oder stehend gegossen.
Desgleichen		179,465	
Desgleichen		181,727	
Desgleichen		161,339	

Zu den Versuchen über das Zerdrücken des Roheisens, welche ich auf der Eisenhütte zu Gleiwitz in Oberschlesien angestellt habe, wurden Würfel von 0,25 Zoll rheinl. und Roheisen angewendet, welche bei Koaks erblasen war. Die Resultate beziehen sich auf folgende Roheisenarten:

Nr. 1. Roheisen aus dem Gleiwitzer Hohenofen, offen auf dem Heerde gegossen, und zwar in Gestalt eines 0,75 zölligen Quadratstabes, aus welchem die Würfel dann aus der Mitte des Stabes gefeilt wurden. Das Eisen war vollkommen gaar, auf dem Bruch feinkörnig, und glänzend dunkelgrau.

Nr. 2. Dasselbe Roheisen, aber in senkrecht stehenden Formen gegossen. Die Würfel wurden ebenfalls aus einem 0,75 zölligen Quadratstabe gefeilt.

Nr. 3. Dasselbe Roheisen, im Kupolofen, umgeschmolzen und offen auf dem Heerde gegossen. Die Würfel ebenfalls durch Feilen dargestellt.

Nr. 4. Dasselbe Roheisen, im Kupolofen umgeschmolzen und in senkrecht stehenden Formen gegossen. Die Würfel wurden aus 0,75 zölligen Quadratstäben gefeilt.

Nr. 5. Dasselbe Roheisen, im Flammofen umgeschmolzen und offen auf dem Heerde gegossen. Die Würfel waren aus einem Quadratstabe gefeilt

Nr. 6. Dasselbe Roheisen, in Flammofen umgeschmolzen und in senkrecht stehenden Formen gegossen. Die Würfel waren aus einem Quadratstabe gefeilt.

Nr. 7. Dasselbe Roheisen, unmittelbar aus dem Hohenofen, aber unmittelbar in die Würfelform gegossen. Die Form war in gebrannter Masse bereitet, also Kastenguß in trockenem fetten Sande. Wegen des Schwindens beim Zusammenziehen des flüssigen Roheisens beim Ersteren mußten die Würfel allerdings etwas kleiner als 0,25 Zoll ausfallen, indeß war der Unterschied nicht

meßbar. Das Eisen hatte sich, wie sich nach dem Zerdrücken deutlich zeigte, stark abgeschreckt und das Ansehen des weißen Roheisens erhalten.

Nr. 8. Dasselbe Roheisen, im Kupolofen umgeschmolzen, und unmittelbar in die Würfelform gegossen.

Nr. 9. Dasselbe Roheisen, im Flammofen umgeschmolzen und unmittelbar in die Würfelform gegossen.

Nr. 10. Roheisen von der Königshütte in Oberschlesien (ebenfalls bei Koaks erblasen), unmittelbar aus dem Hohenhofen, offen auf dem Heerde in $\frac{3}{4}$ zölligen Stäben gegossen, aber in feuchtem Sande. Das nicht ganz grau erblasene Roheisen hatte sich durch das Gießen in die Form so abgeschreckt, daß es weiß geworden war, weshalb die Würfel nicht gefeilt werden konnten, sondern aus dem Stabe geschliffen werden mußten.

Art des Roheisens.	Belastung, bei welcher die Wirkung hervorgebracht ward, in Berl. Pfd.	Ein Quadratzoll Oberfläche hat also bis zur erfolgenden Wirkung getragen, in Berlin. Pfd.	Bemerkungen.
Nr. I.	9135	146,160	Die Würfel wurden sämmtlich zu einer breiten Platte gedrückt, ohne zertrümmert zu werden; jedoch erfolgte das Breitdrücken nicht allmälig, sondern mehrentheils plötzlich, und mit einem Mal, sobald die letzten kleinen Gewichtsstücken auf die Waage gesetzt wurden; wenigstens ließ sich nicht bemerken, daß die Würfel vor dem Zerdrücken warnehmbar an Höhe verloren hätten. Die breit gedrückten Platten hatten jedoch wenig Zusammenhang und ließen sich leicht zerbröckeln.
	9239	147,804	
	9097	145,552	
Nr. II.	9561	152,976	
	9358	149,728	
	9387	150,192	
Nr. III.	9060	144,960	
	9083	145,328	
	8970	143,520	
Nr. IV.	9013	144,208	
	8924	142,784	
	8830	141,280	
Nr. V.	10658	170,528	
	10762	172,192	
	10895	174,320	
Nr. VI.	11255	180,080	
	11489	183,824	
	11122	177,952	
Nr. VII.	13396	214,136	Die Würfel wurden mit Knall- und mit Licht-Entwicklung in viele Stücken zertrümert. Der dritte Würfel hatte schon bei einer Belastung von 11,300 Pfund. einen Riß erhalten, zertrümerte sich aber erst bei 14,583.
	13374	213,884	
	14583	233,328	
	13794	220,704	
	13463	215,408	
Nr. VIII.	11510	184,160	Die Würfel wurden mit einem schwachen Knall und ohne Lichtentwicklung zerdrückt, ohne in so viele Stücken wie die vorigen zu zerspringen.
	11662	186,592	
	11876	190,016	
	10629	170,064	
	11122	177,952	
Nr. IX.	16668	266,688	Die Würfel wurden mit einem starken Knall und ohne bemerkbare Lichtentwicklung zerdrückt. Die Stücken waren aber mehr zusammenhängend und wurden weniger umhergeschleudert.
	16240	259,840	
	16039	256,624	
	16541	264,656	
	16598	265,568	
Nr. X.	12371	197,936	Die Würfel zerplatzten mit starker Knall- und Lichtentwikkelung in viele Stücken, die größtentheils fortgeschleudert wurden.
	12607	201,712	
	12974	207,584	
	12304	196,864	
	12481	199,696	

Aus diesen schwankenden Resultaten läßt sich nur der sichere Schluß ziehen, daß die relative Festigkeit des Roheisens bedeutend größer ist, als die des Stabeisens, und daß das graue Roheisen eine geringere relative Festigkeit besitzt, als das weiße. Wo also Lasten zu unterstützen sind und getragen werden müssen, wird das Roheisen zweckmäßiger anzuwenden seyn, als das Stabeisen. Bei Hängewerken aber, und überhaupt in allen Fällen, wo die absolute Festigkeit des Eisens in Anspruch genommen wird, ist das Stabeisen dem Roheisen weit vorzuziehen.

Dies Verhalten zeigt auffallend, wie ungemein verschieden sich die absolute und die relative Festigkeit der Körper verhalten. Nach Musschenbroek ist die absolute Festigkeit des Eichenholzes so groß, daß ein Quadratzoll des Querschnitts mit 15,700 Pf. belastet werden kann, ehe das Holz zerreißt; eine Festigkeit, die manches schlechte Roheisen nicht besitzen mögte. Hr. Rennie zeigte aber, daß sich die relative Festigkeit des Roheisens, zu der des Eichenholzes, wenigstens wie 90,000 zu 3860 verhält, oder daß sie wenigstens 23 mal größer ist, als die des Eichenholzes.

§. 83.

Ueber die Größe der relativen Festigkeit des Stahls sind bis jetzt noch gar keine Versuche angestellt worden. Man kann aus dem übrigen Verhalten des Stahls nur schließen, daß ihm eine sehr bedeutende relative Festigkeit zukommt, und zwar dem gehärteten Stahl in einem höheren Grade, als dem nicht gehärteten, so daß seine relative Festigkeit ein umgekehrtes Verhalten zeigen würde als die absolute. Gehärteter und angelassener Stahl würde also das beste Material seyn, um sehr große Lasten zu tragen, wenn es sowohl auf die absolute, als auf die relative Festigkeit ankommt.

§. 84.

C. Von der respektiven Festigkeit des Eisens.

Wenn die Größe der absoluten Festigkeit eines Körpers bekannt ist, so sollte sich die respektive durch bloße Berechnung finden lassen, weil die letztere nur ein Theil der ersteren ist. Nach den theoretischen Untersuchungen würde die respektive Festigkeit eines Körpers zwischen den Werthen 0,33 .. $\frac{h}{l}V$ und 0,5 $\frac{h}{l}V$ liegen müssen, wenn V die Größe der absoluten Festigkeit für eine Fläche bh (deren Breite b, und deren Höhe oder Dicke h ist) und l die Länge des zu zerbrechenden Körpers bedeuten, welcher an dem einen Ende befestigt ist und an dem anderen Ende von l belastet wird. Die Erfahrung bestätigt aber diese theoretische Annahme nicht, weil der Körper sich vor dem Zerbrechen biegt, in welchem Zustande ein Theil seiner Fasern ausgedehnt, ein anderer Theil aber, — wenigstens bis zu dem Augenblick, wo er wirklich zerbricht, — zusammengedrückt wird; so daß der Körper beim Zerbrechen eigentlich durch seine absolute und durch seine relative Festigkeit Widerstand leistet. Es ist daher auch nicht möglich, die respektive Festigkeit aus der absoluten und umgekehrt zu bestimmen. Für den praktischen Gebrauch ist es indeß besonders wichtig, die Größe der Biegung zu bestimmen, und auszumitteln, wie weit die Belastung eines Körpers fortgesetzt werden kann, ehe die Biegung so stark wird, daß sie auf die Festigkeit nachtheilig einwirkt.

§. 85.

Nach Hn. Duleau soll die Größe der Biegung des Stabeisens, welche eine horizontal liegende, an beiden Enden unterstützte Stange bekommt, mit dem Gewicht, welches sie trägt, in geradem Verhältniß stehen, wenn das

Ge-

Gewicht nämlich in der Mitte des Stabes aufgehängt ist, und wenn eine gewisse Gränze der Belastung nicht überschritten wird. Bei verschiedenen Dimensionen der Stäbe, aber bei gleicher Belastung, verhalten sich die Größen der Biegungen, wie die Würfel der Länge, und umgekehrt wie die Würfel der Dicke des Stabes, multiplicirt mit seiner Breite. Bezeichnet f die Größe der Biegung, L die Länge, l die Breite und e die Dicke des Stabes, und f′ die Größe der Biegung eines anderen, mit gleichem Gewicht belasteten Stabes, dessen Dimensionen L′, l′ und e′ sind; so ist:

$$f : f' = \frac{L'^3}{l\,e^3} : \frac{L'^3}{l'\,e'^3}, \text{ folglich } f' = \frac{f.\,L'^3\,l\,e^3}{L^3\;l'^3\;e'^3}$$

Werden die Dimensionen des Stabes in Millimetern, und das Gewicht C, welches den Stab biegt, in Kilogrammen ausgedrückt; so ist

$$f = 0{,}0000125\,\frac{C.\,L^3}{l\,.\,e^3}$$

in welcher Formel die Stärke der Biegung f, ebenfalls in Millimetern ausgedrückt ist. Die stärkste Biegung welche ein Stab, ohne Nachtheil für seine Elasticität, erhalten kann, soll $F = 0{,}00005\,\frac{L^2}{e}$ seyn. Dies giebt für die stärkste Belastung eines Stabes, bei welcher seine Elasticität nicht leiden soll (wenn nämlich F = f gesetzt wird,)

$$C = 0{,}04\,\frac{l\,e^2}{L}$$

Bei runden Stäben, bei welchen d den Durchmesser bedeutet, soll $f = 0{,}00002122\,\frac{C.\,L^3}{d^4}$ seyn.

Die Stärke der Biegung, welche durch das bloße Gewicht des Stabes, oder überhaupt durch eine, gleichmäßig auf der ganzen Länge des Stabes vertheilte Belastung hervorgebracht wird, soll nur $\frac{5}{8}$ von der Größe der Biegung

betragen, welches ein in der Mitte des Stabes aufgehängtes Gewicht verursacht.

Wenn ein horizontal liegender Stab an einem Ende befestigt, und an dem anderen Ende mit Gewichten beschwert wird; so ist die Biegung an diesem Ende so groß, als die Biegung, welche ein doppelt so großes, in der Mitte eines an beiden Enden unterstützten Stabes, von derselben Breite und Dicke, aber von doppelter Länge, aufgehängtes Gewicht hervorbringen würde.

§. 86.

Versuche über das Zerbrechen des Stabeisens sind von Hn. Texier de Norbeck angestellt worden. Es wurden dazu Stäbe von 2 Zoll Länge, aber von verschiedenen Dimensionen in der Breite und Dicke genommen, und dergestalt auf Unterlagen gelegt, daß der Zwischenraum zwischen den beiden Unterlagen genau $1\frac{1}{2}$ Zoll betrug. Die zum Zerbrechen bestimmten Gewichte lagen, wie gewöhnlich auf einer Wageschale, deren Aufhängungspunkt in der Mitte des zu zerbrechenden Stabs angebracht war. Die Enden der Eisenstäbchen lagen frei.

Breite des Stabes.	Dicke des Stabes.	Brach bei
0,5 Linien	1 Linie	211 Pfunden.
1 —	1 —	581 —
2 —	1,5 —	1831 —
2 —	2 —	2231 —
3 —	1,5 —	2931 —
3 —	3 —	4131 —
4 —	3 —	5931 —
4 —	4 —	11,587 —

Versucht man es, aus diesen Resultaten die absolute Festigkeit zu berechnen, so würde dieselbe so groß ausfallen, daß sie über 150,000 Pf. auf 1 rheinl. Quadratzoll Fläche

beträgt, welches sich nur dadurch erklären läßt, daß die Stäbchen zu äußerst schwachen Dimensionen ausgereckt waren. So wenige Versuche können indeß über die respektive Festigkeit des Stabeisens keinen genügenden Aufschluß geben.

§. 87.

Hr. Tredgold nimmt an, daß die Größe der Biegung des Roheisens höchstens $\frac{1}{480}$ von der Länge des Stabes, also auf einen Fuß Länge höchstens 0,3 Linien betragen dürfe, wenn es seine Elasticität nicht einbüßen soll. Diese Annahme steht mit derjenigen in Verbindung, nach welcher sich das Roheisen bei der Aeußerung seiner absoluten Festigkeit, ohne eine daurende Veränderung seines Gefüges zu erleiden, um $\frac{1}{1204}$ seiner Länge ausdehnen soll, wenn es mit einem Gewicht von 15,300 Pf. auf den Quadratzoll des Querschnitts dehnend belastet wird. Indem sich der Roheisenstab nämlich bei dieser Belastung um $\frac{1}{1204}$ oder um 0,000836 seiner Länge ausdehnend biegt, beschreibt er ein Polygon, dessen kleinster Halbmesser 1 Fuß = 144 Linien, dessen kleinster Halbmesser 144,1196 (gleich der erlittenen Ausdehnung) und dessen halbe äußere Polygonseite 0,3 Linien ist. Ob dem Roheisen wirklich eine so große Festigkeit zukommt, ist fast zu bezweifeln.

Ferner findet Hr. Tredgold, daß die mit der Biegung im Verhältniß stehende Belastung durch 0,001 $WL^2 = BD^3$ ausdrücken läßt, in welcher Gleichung L die Länge des Stabes in englischen Fußen, B die Breite und D die Dicke in englischen Zollen, W das biegende Gewicht in englischen Pfunden dedeutet, und 0,001 ein beständiger Coefficient ist, welcher für die angenommene Belastung gilt. Soll aus dieser Gleichung die Biegung für diejenige Belastung gefunden werden, bei welcher die Größe der Biegung 0,3 Linien auf 1 Fuß Länge des Stabs beträgt, und wird die

Größe dieser Biegung durch b bezeichnet, so soll sich (weil 0,3 Linien = $\frac{1}{40}$ Zoll etwa) verhalten:

$$d : W = \frac{L}{40} : \frac{W.L}{40.d}$$

und statt W soll dann, in der obigen Gleichung

($0{,}001\ WL^2 = BD^3$) der Ausdruck $\frac{WL}{40.d.}$ gesetzt werden,

woraus sich $d = \frac{0{,}001}{40} \frac{WL^3}{BD^3} = 0{,}000025 \frac{WL^3}{BD^3}$ findet. —

Die Bestimmung der Größe des Gewichtes, welches ein Roheisenstab zu tragen vermag, ohne von seiner Elasticität einzubüßen, ist aus der Formel $0{,}001\ WL^2 = BD^3$ herzuleiten, nach welcher $W = \frac{BD^3}{0{,}001\,L^3}$. Die Form der Formeln, worin diese Werthe für d und W ausgedrückt sind, gewähren indeß kein großes Vertrauen zu ihrer allgemeinen Gültigkeit.

§. 88.

Versuche über das Zerbrechen des Roheisens sind zwar von mehreren Experimentatoren angestellt, allein sie führen zu keinem sicheren Resultat. Die von einem und demselben Experimentator angestellten Versuche werden ebenfalls dazu dienen können, die respektiven Festigkeiten der verschiedenen Roheisenarten, welche dem Versuch unterworfen wurden, mit einander zu vergleichen, um dadurch Verhältnißzahlen zu erhalten, denen jedoch kein bestimmter Werth für irgend eine Fläche des Querschnitts beigelegt werden kann.

Texier de Norbeck stellte seine Versuche nur mit Stäbchen von 3 und 4 Linien im Quadrat an. Dennoch findet er so außerordentlich große Werthe, daß die Richtigkeit der Beobachtung in Zweifel gezogen werden muß. Selbst als Verhältnißzahlen können die gefundenen Werthe kaum

dienen, indem sich die respektive Festigkeit des Roheisens zu der des Stabeisens bei einem Versuch wie 900 : 4131, und bei einem anderen wie 1775 : 11587 verhalten würde; Verhältnisse, welche zu sehr von einander abweichen, als daß sie richtig seyn könnten.

Tredgold stellte seine Zerbrechungsversuche auf die Weise an, daß der zu zerbrechende Stab an einem Ende befestigt, und an dem entgegengesetzten, freien Ende bis zum Zerbrechen belastet ward. Die Stäbe waren sämmtlich 1,3 Zoll breit, 0,65 Zoll dick, und von dem festen bis zum belasteten Punkt 24 Zoll lang.

a. Dunkelgraues, feinkörniges Eisen mit dichtem, metallisch glänzendem Bruch; ließ sich kalt hämmern und leicht feilen. Zerbrach bei einem Gewicht von 184 Pfunden.

b. Etwas lichter grau, und weniger metallisch glänzend wie a; auch etwas härter zu feilen und brüchiger unter dem Hammer. Zerbrach bei 173 Pfd.

c. Wenig von a unterschieden; schien etwas härter unter der Feile und auch etwas weniger geschmeidig zu seyn; denn es zerbröckelte unter dem Hammer, statt sich pletschen zu lassen. Der Bruch von dem des Roheisens b kaum verschieden. Erforderte 153 Pfd. zum Zerbrechen.

d. Roheisen durch Umschmelzen von altem Schmiedeeisen erhalten. Sehr hart und sehr spröde, so daß es unter dem Hammer nicht aushielt. Die Bruchfläche hellgrau, unmetallisch, sehr ungleichartig und feinkörnig. Brach bei 168 Pfund in mehrere Stücken.

e. Roheisen durch Zusammenschmelzen von a und von gutem alten Stabeisen erhalten. Hart gegen die Feile, gab zwar den Hammerschlägen nach, bröckelte aber kurz ab. Die Farbe lichter wie a. Der Bruch sehr dicht, eben und feinkörnig. Zerbrach bei 174 Pf.

Diese Versnche zeigen, daß das weiße Roheisen auch in der respektiven Festigkeit gegen das graue zurück steht. Wenn man aus der gefundenen Größe für die respektive Festigkeit, die absolute durch Rechnung, nämlich nach der Formel $\frac{1}{5}\frac{P}{h} = V$ (§. 84) wo P die respektive Festigkeit für eine Fläche bh bedeutet und l die Länge des Stabes, aufsucht; so findet man V für die Fläche eines Quadratzolles bei dem Roheisen in dem Versuche, welches die größte respektive Festigkeit zeigte, etwa zu 26,000 Pfd. Der Coefficient von $\frac{1}{5}$ ist aber der kleinste, den die Theorie gestattet, so daß 26,000 der höchste Werth von V ist, der sich durch Berechnung finden läßt. Deshalb ist es auch nicht wohl einzusehen, wie Hr. Tredgold die absolute Festigkeit dieses Roheisens zu 48,200 Pf. auf die Fläche eines Quadratzolles durch Berechnung bestimmen kann.

Die von den Hn. Banks, Rondelet, Rennie und Dufour angestellten Versuche mit Zerbrechen des Roheisens geben ebenfalls sehr unbestimmte Resultate. — Hr. Gazeran bediente sich zum Zerbrechen, wie gewöhnlich, einer Hebelvorrichtung. Der Hebel war aus Schmiedeeisen und wirkte theils durch sein eigenes Gewicht, theils durch die an dem langen Arme desselben angehängten Gewichte. Weil aber weder das Gewicht, noch das statische Moment dieser Vorrichtung angegeben ist; so können die ausgemittelten Gewichte, bei denen die Stäbe zerbrochen wurden, nur als Verhältnißzahlen dienen. Als solche mögen sie daher hier eine Stelle finden.

			bruch bei
1.	Weißes Roheisen von einer gesprungenen Kanone	Unmittelbar aus dem Hohofen, bei Koaks geschmolzen.	1162 U.
2.	Dasselbe		1096 —
3.	Graues Roheisen aus dem Hohofen von Creuzot		1605 —
4.	Desgleichen		1828 —
5.	—		2008 —
6.	—		1771 —
7.	—		1721 —
8.	—		1806 —
9.	—		1632 —
10.	—		1468 —
11.	Weißes Roheisen von Creuzot, als sich der Ofen in schlechtem Gange befand		1028 —
12.	Grauweißes Roheisen bei dunkler Form		1405 —
13.	Graues Roheisen von Nr. 8.	Bei Steinkohlen in Flammofen ungeschmolzen.	2025 —
14.	— — von Perigord, bei Holzkohlen erzeugt		1416 —
15.	— — aus Franche Comté, eben so		1655 —
16.	— — aus England		1378 —
17.	— — ½ Creuzot, ½ Franche Comté		1579 —
18.	— — eben so		1762 —
19.	— — ⅔ Creuzot, ⅓ Franche Comté		1954 —
20.	— — ¾ Creuzot, ¼ Franche Comté		1687 —
21.	— — woraus zu Creuzot eiserne Geschütze gegossen werden		2192 —
22.	Desgleichen		2343 —
23.	—		1954 —
24.	—		1528 —
25.	—		1478 —
26.	—		1428 —
27.	—		1395 —

§. 89.

Aus den (§§. 72—88.) mitgetheilten Versuchen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1) Der Stahl besitzt die größte absolute Festigkeit, und zwar der schwach gehärtete Stahl eine größere als der stark gehärtete und als der ungehärtete Stahl. Der zu stark gehärtete Stahl zeigt unter allen Stahlarten die geringste absolute Festigkeit.

2) Der Stahl übertrifft das Stabeisen an absoluter Festigkeit, etwa in dem Verhältniß wie 3 zu 2.

3) Die absolute Festigkeit des Stabeisens ist etwa dreimal so groß als die des Roheisens.

4) Das Roheisen besitzt eine größere absolute Festigkeit im grauen als im weißen Zustande, etwa im Verhältniß wie 8 zu 5.

5) Die relative Festigkeit des Roheisens ist bedeutend größer, als die des Stabeisens. Die größte relative Festigkeit scheint das weiße Roheisen zu besitzen; indeß hört mit der Ueberwältigung derselben der Zusammenhang der Theile völlig auf.

§. 90.

Die Hrn. Banks, Rennie, Dunlop und Bramah haben auch noch Versuche zur Ausmittelung des Widerstandes angestellt, den die verschiedenen Arten von Eisen der drehenden Kraft, nämlich der Kraft entgegen setzen, welche die Theilchen eines Körpers um seine eigene Axe zu verschieben strebt. Aber dieser Widerstand ist lediglich eine Folge der absouten Festigkeit des Eisens, nur daß das Zerreißen (hier Drehen, oder Würgen) mit Anwendung eines statischen Momentes geschieht. Der Widerstand, den das Eisen der drehenden Kraft entgegensetzt, bedarf daher keiner besonderen Betrachtung, weil er nach denselben Ge-

setzen erfolgt, die bei der Aeußerung der absoluten Festigkeit in Anwendung kommen.

§. 91.

Eine Vergleichung der absoluten Festigkeit des Eisens mit der der übrigen Metalle, ist zwar häufig angestellt worden; allein die Abweichungen in den Zahlen sind so bebeutend, daß sich zur richtigen Bestimmung derselben für die Physiker noch ein weites und fast unbebautes Feld darbietet. Was die zeitherigen Untersuchungen ergeben haben, zeigt die folgende Uebersicht.

Gegossene Metalle.	Maximum der Festigkeit.	Minimum der Festigkeit.
Stabeisen	?	?
Stahl	?	26,000 ?
Roheisen	26,000 ?	10,000 ?
Kupfer	30,000 ?	12,000 ?
Gold	20,000 ?	20,000 ?
Silber	39,000 ?	39,000 ?
Blei	2300 ?	870 ?
Zinn	6500 ?	3150 ?
Zink	2900 ?	2500 ?
Wismuth	3200 ?	2900 ?
Antimon	1038 ?	1038 ?
Geschlagene Metalle.		
Stabeisen	150,000 ?	28,000 ?
Stahl	150,000 ?	60,000 ?
Kupfer	65,000 ?	30,000 ?
Gold	34,000 ?	25,000 ?
Silber	66,000 ?	38,000 ?
Blei	5,800 ?	2500 ?
Zinn	7,500 ?	?
Zink	23,000 ?	?

Die Zahlen bedeuten die zum Zerreißen eines Stabes, dessen Querschnitt einen rheinländischen Quadratzoll beträgt, erforderlichen Gewichte in Berliner Pfunden. Jede derselben wird wahrscheinlich noch großer Berichtigungen bedürfen.

P. a Musschenbroek, de firmitate metallorum. In dessen diss. de cohaerentia et firmitate. Introductio ad Philosophiam naturalem. Lugd. Batav. 1762. I. 390 — 476. — Expériences faites par Mr. Soufflot sur la force des fers. In J. Rondelet Traité théorique et pratique de l'art de bâtir. T. IV. Part. II. p. 85 — 89. — Account of Experiments made on the Strength of Materials. By G. Rennie. Philosoph. Transact for the year 1818. I. 118 — 136. — An Essay on the strenght and stress of Timber. By Barlow. London. 1824. (Zweite Ausgabe) — Practical Essay on the strength of cast Iron and other Metals. By T. Tredgold. London. 1824. (Zweite Ausgabe) — Essai théorique et experimental sur la résistance du fer forgé. Par A. Duleau. Paris 1820. — Description du pont suspendu en fil de Fer, construit á Genéve. Par Dufour. Genéve et Paris. 1824. — Des ponts en fil de Fer. Par Seguin ainé. Paris. 1824 — Gazeran, sur les fers de fonte obtenues avec le charbon de terre désoufré et sur leur tenacité, comparée avec celles de fontes qui proviennent des forges où l'on n'emploie que le charbon de bois. Annales de Chimie VII. 97 — 112. — Tenacität der dehnbaren Metalle; auf's Neue bestimmt von Guyton Morveau; in Gilbert's Annalen der Physik. Neue Folge IV. 209—214. — von Sickingen Versuche über die Platina. 1782. S. 114. — Texier de Norbeck, recherches sur l'Artillerie II. 391. — Jern Contorets Annaler. 1824. VIII. 297. — Traité sur la constructiou des ponts. Par Gauthey T. II. p. 152. — Power of Machines. By Banks. p. 89. — Sur les variations que peut éprouver dans la longueur une barre de Fer, soumise à l'action de diverses forces. Par Pictet. Bibliotheque Britannique Nouv. Serie, oder Bibliotheque universelle I. 171 — 200. — An Account of some Experi-

ments to ascertain the strength of such cast Iron, as are commonly used in Mill work, and what proportion their strenght has to their diameters. By Dunlop. In Thomson's Annals of Philosophy. XIII. 200 — 203. — Zusammenstellung mehrerer, sehr interessanter Versuche, welche über die absolute, respektive und rückwirkende Festigkeit verschiedener Materialien, als des Eisens, des Bauholzes u. s. f. neuerlich angestellt worden sind. Von A. Burg. In den Jahrbüchern des K. K. polytechnischen Institutes zu Wien. B. V. S. 215 — 287. — Versuche über die Festigkeit der Metalle, besonders des Eisens. Zusammengetragen von mir; im Archiv f. Bergb. u. Hüttenwesen. X. 3 — 107.

§. 92.

Wenn wir den Stahl als das festeste Eisen kennen gelernt haben, so ist diese Thatsache mit der Erscheinung im Widerspruch, daß sich eine gehärtete Stahlstange leicht zerschlagen läßt — ein Widerspruch, der sich nur durch die Sprödigkeit des Stahls erklärt, welche bei einem plötzlichen Schlage oder Stoße wirksam wird, indem wegen des fast absoluten Mangels an Biegsamkeit, die Wirkung des Schlages oder des Stoßes sich auf einem einzigem Punkt koncentrirt und sich nicht durch die ganze Masse des Stabes verbreitet. Bei dem harten, aber nicht biegsamen Eisen findet der eben angeführte Widerspruch nicht statt; denn dies Eisen läßt sich eben so leicht durch Gewichte zerbrechen, als es sich zerschlagen läßt; es ist also mürbe und spröde zugleich (§. 68.). Weil die Sprödigkeit mit der Härte im Zusammenhang steht, iudem die Sprödigkeit nie ohne Härte, wohl aber die Härte ohne Sprödigkeit stattfinden kann; so müssen die Wirkungen der Sprödigkeit und die der Mürbheit wohl unterschieden werden, indem sprödes (und folglich auch hartes) Eisen zugleich fest seyn kann, welches bei dem mürben und harten Eisen nie der Fall ist. Die Sprö-

digkeit, also auch die Zerbrechlichkeit des Eisens beim Werfen, Schlagen und plötzlichen Biegen, läßt sich beim harten und festen Eisen durch Ausglühen heben, wogegen das mürbe und harte Eisen immer zerbrechlich bleibt, wenn es auch durch das Ausglühen etwas von seiner Sprödigkeit verliert.

§. 93.

Die Biegsamkeit, welche sich als Elasticität äußert, ist eine Eigenschaft, die der beste Stahl im höchsten Grade besitzt. Sie ist bei dem Stahl jederzeit ein Beweis von sehr großer Festigkeit, also von der Schwerzersprengbarkeit desselben. Mit der Härte kommt sie in ein gewisses Verhältniß zu stehen, weshalb sehr elastischer Stahl auch zugleich hart seyn muß; und dann erfüllt er seinen Zweck als Stahl am vollkommensten. Weil aber mit der zunehmenden Härte auch zugleich die Sprödigkeit zunimmt, so stehen Elasticität und Sprödigkeit in einem scheinbaren Gegensatze, obgleich die letztere nur eine Folge der Härte, und von der Festigkeit (also auch von ihrer Aeußerung als Elasticität) unabhängig ist. Wegen dieser Zunahme der Sprödigkeit wird der zu harte Stahl zu manchen Anwendungen, wo er nämlich plötzlichen Stößen und Schlägen ausgesetzt werden soll, unanwendbar.

Das weiche Stabeisen kann große Biegsamkeit, ohne Elasticitat, besitzen, und gehört dann auch zu dem festen Eisen. Ist es aber nicht, oder wenig biegsam, ohne eine große Festigkeit zu besitzen, so ist es ein mürbes Eisen, ohne dabei nothwendig spröde sein zu dürfen.

Das harte Stabeisen kann große Biegsamkeit und etwas Elasticität besitzen, und ist dann das beste festeste Eisen. Ist es bei seiner Härte nicht biegsam, so ist die Unbiegsamkeit entweder eine Folge einer zufälligen Sprödigkeit (die sich durch Ausglühen heben läßt), oder sie liegt in

der Beschaffenheit des Eisens, und dann ist es ein hartes, mürbes Eisen. Das kaltbrüchige und das roh gefrischte Stabeisen gehören hieher.

Das graue Roheisen besitzt einige Biegsamkeit, die sich als Elasticität äußert; das weiße Roheisen ist dagegen vollkommen unbiegsam und im höchsten Grade spröde.

§. 94.

Ueber die absolute Festigkeit, in so fern sie sich als Dehnbarkeit äußert (§. 72.), sind bis jetzt sehr wenige vergleichende Versuche angestellt. Das harte und feste Stabeisen scheint die größte Dehnbarkeit zu besitzen, welche nur von der des besten Stahls übertroffen wird. Das harte, mürbe Eisen scheint nur eine sehr geringe Dehnbarkeit zu haben, so wie auch das weiche, mürbe Stabeisen; wogegen die Dehnbarkeit des weichen, festen Eisens häufig sehr groß, vielleicht noch größer ist, als die des harten, festen Eisens. Das letztere erhält aber durch das Ausdehnen viel eher einen Grad von Sprödigkeit (wovon die Ursachen nicht bekannt sind) als das weiche Eisen, weshalb es mit Einem Male nicht so lang ausgedehnt werden darf, und auch öfterer geglüht werden muß, um die Sprödigkeit wieder wegzuschaffen, als das weiche, feste Eisen. (§. §. 72. 75.) — Von der Dehnbarkeit des Stahls und des Stabeisens hängt ihre Anwendung zu Drath ab. Je fester das Eisen war, desto feiner muß auch der Drath aus demselben werden können, vorausgesetzt, daß die bei der Arbeit entstehende Sprödigkeit, der Beschaffenheit des Materials gemäß, weggeschafft wird.

Das graue Roheisen ist nur in einem geringen Grade, und das weiße ist durchaus nicht dehnbar, wenigstens nicht durch äußere Kräfte und in einem in die Sinne fallenden Grade.

Rinman a. a. O. I. 636 u. f.

§. 95.

Eben so fehlt es auch gänzlich an vergleichenden Versuchen über die relative Festigkeit der verschiedenen Eisenarten, in so fern sie sich durch die Geschmeidigkeit äußert (§. 80.). Das weiche feste Eisen steht zwar im Rufe der größeren Geschmeidigkeit, als das harte feste Eisen; allein weil das härtere Eisen früher eine gewisse Sprödigkeit erhält, als das weichere Eisen, so muß das Ausglühen oder Anlassen bei dem härteren Eisen öfterer als bei dem weichen wiederholt werden, welches aber aus anderen, später vorzutragenden Gründen seine Schwierigkeiten hat. Soll das Eisen daher stark ausgedehnt werden; so ist man genöthigt, das weichste feste Eisen zu nehmen, um zu häufiges Glühen zu vermeiden, ohne daß das härtere Eisen an sich weniger dehnbar, als das weiche, genannt werden könnte.

Das weiche graue Roheisen besitzt einige, obgleich geringe Dehnbarkeit; das weiße Roheisen ist ganz undehnbar.

Von der Eigenschaft der Dehnbarkeit des Stahls und des Stabeisens, ist die Anfertigung der Stahlplatten und der Eisenbleche, oder die Blechfabrikation abhängig.

Magnetisches Verhalten des Eisens.

§. 96.

Sehr lange Zeit hat man das Eisen für das einzige magnetische und des Magnetismus fähige Metall gehalten, bis man in späterer Zeit auch den Magnetismus des Nickels und des Kobalts kennen lernte. Weil alle übrigen bis jetzt bekannten und genauer uutersuchten Mineralkörper, wenn sie nicht in einen besonderen Zustand gesetzt werden, nicht magnetisch sind; so muß man sie für Leiter des Magnetismus, oder für Körper halten, bei denen die magnetischen Pole nicht mit Bestimmtheit hervortreten können. Die eigentliche Wirkung des Magnetismus, oder des magnetischen Körpers

besteht darin, Polarität zu zeigen; daher müßte jeder Körper, welcher auf die Magnetnadel wirkt, auch das Eisen anziehen, indem das Angezogenwerden des Eisens durch den Magnet nur eine Folge der Vertheilung des magnetischen Verhaltens des Eisens ist. Das Eisen wird nämlich in dem Augenblick, als es vom Magnet angezogen wird, selbst zum Magnet, oder es werden in ihm die magnetischen Pole entwickelt, von denen der eine durch den ihm entgegengesetzten Pol des Magnets angezogen wird. Weil es aber Körper giebt, die Polarität äußern und das Eisen doch nicht anziehen; so kann der Grund dieser Erscheinung kein anderer seyn, als daß die Pole nicht stark genug hervortreten, um die entgegengesetzten in dem ihnen dargebotenen Eisen zu entwickeln, weshalb sie auch nur auf die schon entwickelten Pole des Eisens, nämlich auf die Magnetnadel, eine Wirksamkeit äußern können. Magnetische Eisensteine hingegen, die das Eisen anziehen, und welche vom Magnet selbst angezogen werden, müssen immer Polarität äußern; und wenn dies nicht geschieht, so ist bloß die Schwierigkeit daran Schuld, sie in eine solche Lage zu versetzen, in welcher diese Polaritätsäußerung hervortreten kann.

§. 97.

Hr. Oerstedt in Kopenhagen machte im Jahr 1820 die überaus merkwürdige Entdeckung, daß auch in den galvanischen Ketten ein festes Verhältniß zwischen der elektrischen und der magnetischen Polarisation bestehe. Dadurch hat man den Magnetismus in einer neuen, vorher ganz unbekannten Form kennen gelernt und es hat sich dadurch vollkommen bestätigt, daß das Eisen, Nickel und Kobalt nur deshalb zu Magneten werden, weil sie durch Vertheilung einen sehr hohen Grad von Magnetismus annehmen und lange behalten; daß aber in sehr vielen Körpern, na-

mentlich in allen Metallen, ein beträchtlicher Grad von Magnetismus erregt werden kann, wenn ihre elektrische Thätigkeit rege gemacht wird. Die ausführlichen und sehr gründlichen Untersuchungen des Hn. Seebeck haben gelehrt, daß der Nordpol der geschlossenen einfachen galvanischen Kette nach Norden, und der Südpol nach Süden gerichtet ist, wenn die drei Glieder der galvanischen Kette unten liegend, das positiv elektrische Metall sich in Osten, und das negativ elektrische Metall sich in Westen befindet.

Seebeck, über den Magnetismus der galvanischen Kette. Abhandl. d. Berliner Akad. d. Wissensch. für 1820 und 1821. Physik. Classe S. 288 — 346.

§. 98.

Auf einem ganz einfachen Wege hat Hr. Arago gezeigt, daß in allen Metallen durch Vertheilung Magnetismus erregt werde, indem nicht bloß die Metalle, sondern auch mehrere andre Körper, auf die Schwingungen einer über ihnen befindlichen Magnetnadel eine hemmende Wirkung ausüben. Körper, welche durch Vertheilung keinen, oder keinen bedeutenden Grad von Magnetismus annehmen, müssen die Schwingungsweiten der Magnetnadel weniger vermindern, als diejenigen, welche durch Vertheilung stärker magnetisch werden. — Hr. Seebeck hat außerdem dargethan, daß auch die Größe der Metallmasse unter der schwingenden Magnetnadel bis zu einer gewissen Gränze einen Einfluß zeigt, daß aber die hemmende Wirkung nicht ins Unbestimmte mit der Größe der Metallmasse wächst, sondern bald eine Gränze erreicht. Hn. Seebeck's Versuche zeigen ferner, daß die Wirkung der Metalle auf die Magnetnadel in geradem Verhältniß zu dem Abstand der Nadel von der Metallplatte steht, und daß sich die Wirkung nicht ändert, wenn sich in dem Zwischenraum Luft, Holz, Glas, oder Pappe befindet. Auch die Erwärmung der Metallplatten schien keinen

nen bedeutenden Einfluß zu haben. Das Vermögen der Metalle, die Schwingungen einer über ihnen aufgehängten Magnetnadel zu vermindern, steht daher unbezweifelt im geraden Verhältniß mit ihrer Fähigkeit, durch Vertheilung magnetisch zu werden. Die Versuche des Hn. Seebeck ergeben folgende Reihe

über einer Marmorplatte		macht die Magnetnadel	116	Schwingungen
— Queckſilber,	2‴ dick, ...		112	—
— Wismuth,	2‴ —		106	—
— Platina,	0,4‴ —		94	—
— Antimon,	2‴ —		90	—
— Blei,	0,75‴ —		89	—
— Gold,	0,2‴ —		89	—
— Zink,	0,5‴ —		71	—
— Zinn,	1‴ —		68	—
— Meſſing,	2‴ —		62	—
— Kupfer,	0,3‴ —		62	—
— Silber,	0,3‴ —		55	—
— Eiſen,	0,4‴ —		6	—

Platina und Gold, bemerkt Hr. Seebeck, werden, wenn zugleich die Dicke der Metallplatten berücksichtigt wird, in der Reihe wohl tiefer zu stehen kommen. — Alle Körper werden daher durch Magnete wirklich magnetisch, so wie sie im Lichte leuchtend werden, nur daß es für beide Zustände, den leuchtenden wie den magnetischen, unzählige Abstufungen giebt.

Arago; in Poggendorff's Annalen B. 79. S. 343. — Seebeck; Ebendaſ. B. 83. S. 203.

§. 99.

Hr. Seebeck hat ferner die sehr wichtige Entdeckung gemacht, daß alle Metalle, wenn sie zu zwei mit einander verbunden werden, bei eintretender Temperatur

Differenz der Berührungspunkte, zu Magneten werden; einige schon bei niedriger Temperaturveränderung, andere erst nach einer starken Erhitzung oder Erkältung. Aber auch selbst Metalle, welche für homogen gehalten werden müssen, sind durch bloße Temperaturdifferenz eben so wohl einer magnetischen Polarisation fähig, als zwei kreisförmig mit einander verbundene heterogene Metalle.

Es ergiebt sich aus den, mit großer Sorgfalt und mit eigenthümlicher Beharrlichkeit angestellten vielen Versuchen des Hn. Seebeck, daß die Metalle, geordnet nach ihrer Wirkung auf die Declinationsnadel, also auch nach ihrer Lage gegen die in ihnen durch Temperaturdifferenz erzeugten magnetischen Pole, eine eigenthümliche magnetische Reihe bilden, welche mit keiner der bekannten, aus anderen Eigenschaften der Metalle (chemisches Verhalten, elektrisches Verhalten, specifisches Gewicht, Härte, Festigkeit u. s. f.) abgeleiteten Reihe übereinstimmt.

Hr. Seebeck hat bereits die äußerst mühsame Arbeit vollständig durchgeführt, die Metalle zu ordnen, wie sie in dieser magnetischen Reihe zu stehen kommen. Die Folgeordnung ist so gewählt, daß jedes Metall der magnetischen Reihe, wenn es mit dem nächst folgenden Metall in Berührung gebracht und in dem Berührungspunkt erwärmt wird, eine westliche Declination der Magnetnadel, und wenn ein gleiches Verfahren mit dem in der Reihe über ihm stehenden Metalle angewendet wird, eine östliche Declination derselben bewirkt. Als die äußersten Glieder dieser Reihe hat Hr. Seebeck als das höchste, oder als das östlichste, das Wismuth, und als das tiefste, oder als das westlichste, des Tellur gefunden. Außer den einfachen Metallen ist aber auch mehreren Erzen und verschiedenen Legirungen bereits ihre Stelle in dieser magnetischen Reihe angewiesen worden.

Die dehn- und streckbaren Metalle zeigen, in der Erregung des Magnetismus durch Temperatur-Differenz, ziemlich ein gleiches Verhalten, sie mögen in dem Zustande, wie sie aus dem Guß kommen, unmittelbar angewendet; oder vorher durch Hämmern und Walzen zu einem dichteren Gefüge gebracht worden seyn. Nicht so verhalten sich diejenigen metallischen Körper, welche durch verschiedene Art der Abkühlung, durch langsame oder plötzliche Erstarrung, in entgegengesetzte Zustände von Sprödigkeit und Dehnbarkeit übergehen. — Stahl, welcher glühend in kaltem Wasser abgelöscht worden, nimmt jedesmal eine höhere Stelle in der magnetischen Reihe ein, als der langsam in der Luft abgekühlte. Weiches, graues Roheisen, auf dieselbe Art behandelt, zeigte Hn. Seebeck ein gleiches Verhalten. Beide Körper ließen sich, durch die entgegengesetzte Art der Abkühlung, mehrere Male nach einander, bald in die höhere, bald in die tiefere Stelle der Reihe versetzen. Stabeisen zeigte, bei gleicher Behandlung, gar keine Veränderung in seinem chemischen Verhalten.

Alles weiße Roheisen und wahrscheinlich auch aller gehärtete Stahl, scheinen, nach Hn. Seebecks Untersuchungen, um so höher in der Reihe zu stehen, je mehr Kohle sie enthalten, folglich um so tiefer, je mehr der Kohlegehalt abgenommen hat. Das weiße Stabeisen steht unter allen Eisenarten am tiefsten.

Das Verhalten des grauen Roheisens und des nicht gehärteten Stahls, oder die Stelle, welche diese Körper nach Maaßgabe ihres größeren oder geringeren Kohlegehaltes, in der magnetischen Reihe einnehmen, scheint noch nicht mit Zuverläßigkeit bestimmt werden zu können. Es werden dazu noch mehrere Versuche erforderlich seyn. Aus einigen Versuchen scheint es Hn. Seebeck nicht ganz unwahrscheinlich, daß das graue Roheisen (und der nicht ge-

härtete, ausgeglühete Stahl) um so höher in der Reihe zu stehen kommen werden, je weniger Kohle sie enthalten, folglich um so tiefer, je mehr der Kohlegehalt zunimmt. Dieses Verhalten würde also dem des weißen Roheisens und des gehärteten Stahls ganz entgegengesetzt seyn. — Bei dem Wootz (einer Stahlart aus Ostindien, die viel Kohle enthält) hat Hr. Seebeck gefunden, daß derselbe sogar noch eine tiefere Stelle einnimmt als das Stabeisen.

Die von Hn. Seebeck ausgemittelte magnetische Metallreihe ist folgende. Die in Klammern eingeschlossenen Körper nehmen mit dem Metalle, bei welchem sie stehen, eine fast ganz gleiche Stelle ein. Viele von diesen Körpern, deren Stelle Herr Seebeck bestimmt hat, sind hier nicht mit aufgeführt. Von allen metallhaltigen Körpern ist Bleiglanz bis jetzt der einzige, welchen Hr. Seebeck über Wismuth stehend gefunden hat.

Oestliche Declination.

Wismuth (Gediegen. Wismuth von Schneeberg ebenfalls. Schwefelkies. Arsenikkies. Weißer und grauer Speißkobalt. Magneteisenstein)

Nickel (Eisenglanz. Meteoreisen von sehr vielen Punkten. Kobalt — Nickelglanz. Kupferkies. Nickel — Antimon. Im Flammofen weiß gemachtes Roheisen von Geislautern, welches viel Silicium enthält.)

Kobalt.

Palladium.

Platina Nr. 1 (reine) (Natürliches Platin aus Brasilien. Kupfernickel. Durch Ablöschen schnell abgekühltes graues Roheisen)

Uran

Kupfer Nr. 0 (rein) (Roheisen, welches 2 bis 3 Procent Zink enthält.)

Mangan.

Titan.
Messing Nr. 1 (Geglühetes und langsam abgekühltes graues Roheisen)
Gold Nr. 1 (Strahliges Grau Braunsteinerz. Zinngraupen)
Kupfer Nr. 1 (Glockengut, aus 100 Kupfer und 20 Zinn. Friedrichsd'or)
Messing Nr. 2. (Spiegeleisen. Die Bruchflächen von halbirtem Roheisen.)
Platina Nr. 2.
Queckſilber.
Blei.
Zinn (Gediegen Eisen von Groß Kammsdorf. Gediegen Gold. Gediegen Silber.)
Platina Nr. 3 (Friedrichsd'or. Durch Ablöschen schnell abgekühlter Stahl.)
Chrom.
Molybdän.
Kupfer Nr. 2. (Gediegen Gold. Preußische Thaler und Probestangen von 2 bis 11 löthigem Silber.)
Rhodium.
Iridium.
Gold Nr. 2 (Probestangen von 12 bis 16 löthigem Silber.)
Silber (Gediegen Silber aus Peru. D'Arcets leichtflüssige Metallmischung aus gleichen Theilen Wismuth und Zinn.)
Zink (Graphit von Borrowdale. Die obere Fläche von Spiegeleisen und von einem halbirten Roheisen. Luckige Flossen. Geglüheter und langsam abgekühlter Stahl.)
Kupfer Nr. 3 (Gediegen Kupfer aus Sibirien, Cornwall und Sachsen.)

Wolfram.
Platina Nr. 4 (Gediegen Platina von St. Fé. Gediegen Eisen von New Jersey)
Kadmium.
Stahl (Aachner gediegen Eisen. Rohstahl aus Steyermark und derselbe nach 3 maligem Raffiniren. Englischer Gußstahl. Cementstahl.)
Eisen (Meteoreisen von Collina de Brianza. Unechtes gediegen Eisen Gr. Kammsdorf. Gediegen Eisen von Sayn-Altenkirchen. Magnetkies. Wootz. Wootz mit 1 Proc. Platina. Wootz mit 1 Proc. Rhodium.)
Arsenik (Scherbenkobalt.)
Antimon (Antimon von Allemont. Kupferglanz. Bunt Kupfererz.)
Tellur (Gediegen Tellur.)

Westliche Declination.

Ueber die magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperatur-Differenz. Von Seebeck. In der Abhandl. der Berl. Akad. d. Wissensch. für 1822 und 1823. Physik. Classe S. 265.

§. 100.

Obgleich dem Eisen die magnetische Eigenschaft durch Annäherung oder durch Bestreichen mit einem schon gebildeten Magnet (dergleichen der natürliche Magnet, oder der Magnet-Eisenstein ist) schneller mitgetheilt werden kann; so ist dasselbe doch auch ohne diese Mittheilung im Stande magnetisch zu werden. Eine Mittheilung findet nämlich gar nicht statt, sondern nur eine Vertheilung der magnetischen Pole, welche langsamer erfolgt, wenn das Eisen sich selbst überlassen bleibt, als wenn sie durch die entgegengesetzten Pole eines schon vorhandenen Magnets hervorgerufen wird. Selbst der natürliche Magnet scheint in seiner

Lagerstätte im Tiefsten der Erde noch nicht magnetisch zu seyn, sondern diese Eigenschaft erst näher am Tage zu erhalten. (?) Wenn das Eisen die magnetischen Pole durch sich selbst entwickeln soll; so muß es in die gehörige Lage gebracht und einige Zeit ruhig darin erhalten werden. Alles Eisen, welches einige Zeit in senkrechter Richtung aufgestellt bleibt, wird magnetisch. Nach Torelli de Narci soll sich der Magnetismus des Eisens schon dann zu äußern anfangen, wenn es in einem Winkel von wenigstens 20 Graden mit der Horizontale aufgestellt wird; unter einem Winkel von 70 bis 80 Graden zeigt sich nach ihm das Maximum der Wirkung, welche sich durch einen noch größeren Winkel bis zu 90 Graden, oder bis zur völlig senkrechten Stellung, nicht mehr bedeutend zu vergrößern scheint. Es ist indeß wahrscheinlich, daß der Winkel, unter welchem sich das Maximum der Wirkung äußert, von der geographischen Breite eines jeden Orts abhängt. — Starkes Hämmern, Schleifen, Biegen, überhaupt starke Reibung und elektrische Schläge, befördern das Hervortreten der magnetischen Pole.

Torelli de Narci im Journal des mines, Nr. 77. p. 355 bis 362.

§. 101.

Das magnetische Verhalten der verschiedenen Eisenarten ist nicht ganz gleich. Stabeisen wird schneller magnetisch, auch stärker vom Magnet angezogen, als Stahl, verliert aber die magnetischen Eigenschaften schneller als dieser, weshalb man sich zur Anfertigung der Kompaßnadeln des Stahls bedienen muß. Zwischen gehärtetem und ungehärtetem Stahl scheint der Unterschied statt zufinden, daß der erstere die magnetische Eigenschaft noch länger behält, obgleich er nicht so stark von der Magnetnadel angezogen wird, als der ungehärtete Stahl. Das graue Roheisen

wird schneller magnetisch und auch stärker vom Magnet angezogen, als das weiße; indeß steht alles Roheisen dem Stabeisen und Stahl in den magnetischen Wirkungen nach.

Torelli de Narci will Stabeisen und Stahl bloß durch das Verhalten zur Magnetnadel unterscheiden können. Die eisernen Stäbe erhalten nämlich, wenn sie mit dem Horizont einen Winkel machen oder aufwärts gestellt sind und nicht liegen, Polarität, welche durch das Liegen in horizontaler Richtung wieder vernichtet wird. Stäbe aus Stabeisen zeigten diese Polarität sogleich, verloren sie aber augenblicklich, als man sie in horizontaler Richrung gegen die Magnetnadel hielt. Die Stahlstäbe hingegen erhielten diese Polarität nicht so bald, sondern die Magnetnadel ward oben und unten gleich stark angezogen; wenn sie aber endlich durch langes Stehen Polarität bekommen hatten, so äußerten sie dieselbe auch dann noch deutlich und ungeschwächt, wenn man sie in horizontaler Richtung der Nadel näherte.

§. 102.

Die Versuche des Hn. Barlow in Woolwich geben das interessante und sehr merkwürdige Resultat, daß die magnetische Kraft des Eisens und Stahls für verschiedene Gattungen desselben verschieden ist und daß sie im Allgemeinen mit der Härte abnimmt. Anders verhält es sich aber mit dem erhitzten Eisen. Im weißglühenden Zustande verliert es alle magnetische Kraft; rothglühend äußert diejenige Gattung auf die Magnetnadel die stärkste Wirkung, welche kalt am wenigsten wirkte, und umgekehrt.

Barlow, in den Philos. Transact: und in den Ann. de Chimie et de Physique XX. 107. 427.

§. 103.

Der Magnetismus des Eisens wird zerstört, durch Glühen, durch Verwandlung des Eisens in Feilspan, durch

zu lange anhaltende Berührung gleich starker gleichnamiger Pole, durch starke Erschütterung und öfteres Fallen auf harten Boden, so wie endlich durch die Verbindung mit vielen Substanzen, welche, in geringerem Verhältniß mit dem Eisen verbunden, die magnetische Wirkung desselben nur mehr oder weniger schwächen.

Sauerstoff, Schwefel, Phosphor und Kohle schwächen den Magnetismus sehr wenig, wenn sie nur in geringen Quantitäten mit dem Eisen verbunden sind; in größeren Verhältnissen können sie ihn aber gänzlich zerstören, wenigstens die drei zuerst genannten Körper; denn mit der Kohle ist noch keine Verbindung bekannt, welche vom Magnet nicht mehr gezogen würde.

Mit den mehresten Metallen läßt sich das Eisen in ziemlich großen Verhältnissen verbinden, ohne daß die Eigenschaft desselben, vom Magnet angezogen zu werden, verloren ginge. Das Arsenik scheint am nachtheiligsten auf den Magnetismus zu wirken, und dennoch wird eine Mischung aus 2 Theilen Arsenik und 1 Theil Eisen noch vom Magnet gezogen. Eine Verbindung von 4 Antimon mit 1 Eisen hat allen Magnetismus verloren. Nach Herrn Mushet soll sogar eine Verbindung von 78,6 Eisen mit 21, 4 Mangan nicht mehr auf den Magnet wirken.

Anfertigung der künstlichen Magnete und der Kompaßnadeln. Anwendung des Magnets zur Auffindung des Eisens in Verbindungen.

Rinman a. a. O. I. S. 154 — 215. — Seebeck, in Poggendorff's Annalen. B. 83. S. 213. — Mushet im Archiv für Bergbau B. I. Heft 2. S. 118.

Elektrisches Verhalten des Eisens.

§. 104.

Das Eisen ist, wie jedes andere Metall, ein Leiter für die Elektricitat, wodurch es zu der Anwendung zu Blitzab-

leitern oder zu Gewitterableitern fähig, und wegen seiner Wohlfeilheit auch beständig dazu angewendet wird. In specieller Rücksicht auf sein elektrisches Verhalten ist das Eisen zu den elektrisch-negativen Metallen zu zählen, weil es nicht fähig ist, selbst zur Säure zu werden. In der Voltaischen Säule gehört es zu den positivsten Metallen, und scheint nach dem Zink die erste Stelle in der Metallreihe einzunehmen.

Verhalten des Eisens in höheren Temperaturen.

§. 105.

Bei der Betrachtung des Verhaltens des Eisens in der Wärme, oder in der erhöheten Temperatur, ist im Allgemeinen zu bemerken, daß das Eisen unter allen Metallen die größte Capacität für die Wärme hat, d. h. daß eine größere Menge von freier Wärme erforderlich ist, um das Eisen zu einem gewissen Grade der Temperatur zu erheben, als bei irgend einem andern Metall; oder daß es durch Mittheilung gleicher Wärmemengen eine geringere Temperaturveränderung als die übrigen Metalle erleidet. Deshalb ist auch seine specifische Wärme, nämlich die Wärmemenge, welche das Eisen bei bestimmten Massen (nämlich bei gleichem Gewicht) nöthig hat, um dadurch eine bestimmte Temperatur zu erreichen, größer als die der übrigen Metalle.

Die Leitungsfähigkeit der Körper für Wärme, oder die Geschwindigkeit, mit welcher die Wärme die Körper durchdringt, scheint eben so wenig, wie die Ausdehnung der Körper durch die Wärme, mit der Capacität für Wärme in irgend einem bekannten Bezuge zu stehen.

§. 106.

Die Zeit, welche ein Körper erfordert, um einen gewissen Grad der Temperatur anzunehmen, wird durch seine

specifische Wärme und durch seine Leitungsfähigkeit bestimmt, indem sie im umgekehrten Verhältniß mit der ersteren, und im geraden Verhältniß mit der letzteren steht, folglich aus dem Product beider zusammengesetzt ist. Weil indeß die Leitungsfähigkeit der Körper für Wärme nur noch sehr wenig bekannt ist, nnd weil man sie daher nicht berücksichtigte; so hat man wohl irrigerweise nach der Zeit, welche der Körper zur Temperaturerhöhung erfordert, seine Leitungsfähigkeit bestimmen wollen, und angenommen, daß die Leitungsfähigkeit der Körper im umgekehrten Verhältniß mit der Zeit stehe, welche erfordert wird, um ihn zu einem gewissen Grade der Temperatur zu bringen, obgleich dies Verhältniß ein aus der Wärmecapacität und Leitungsfähigkeit für Wärme zusammengesetztes ist. Nimmt man die Leitungsfähigkeit der Körper für Wärme in dem eben angedeuteten Sinne, so müßte sie im umgekehrten Verhältniß mit der Wärmecapacität der Körper stehen, welches die Erfahrung aber nicht allgemein bestätigt. Beim Eisen, welches eine sehr große Wärmecapacität hat, finden wir indeß wirklich eine geringe Leitungsfähigkeit, indem es später als alle übrige Metalle zu einem gleichen Grade der Temperatur erhoben oder erhitzt, und auch später wie die übrigen Metalle von dem erhitzten Zustande auf eine geringere Temperatur zurückgebracht oder abgekühlt wird,

§. 107.

Ueber die zur Erhitzung des Eisens erforderliche Zeit, in so fern sie von den verschiedenen Dimensionen, oder von dem Volum der zu erhitzenden Massen abhängig ist, hat Buffon Versuche angestellt, und ein Gesetz auszumitteln gesucht, nach welchem die Zeit der Erwärmung bei zunehmendem Volum jedesmal leicht bestimmt werden könnte. Diese Versuche sind indeß unzuverlässig, und nicht allgemein

anwendbar, weil die Gestalt des Körpers dabei durchaus berücksichtigt werden muß. Buffon hat die Kugelgestalt gewählt, und es kann in manchen Fällen Interesse gewähren, die von ihm angeführten Resultate zu verfolgen, und zu sehen, in welchem Verhältniß die zur Erwärmung erforderliche Zeit mit dem zunehmenden Volum des Körpers steht.

Die Vertheilung der Wärme in den Körpern muß übrigens bei allen Graden der Temperatur nach einerlei Gesetzen geschehen, weshalb es jetzt nur darauf ankommt, näher zu untersuchen, welche Hauptveränderungen das Eisen in den verschiedenen bestimmten Graden der Temperatur erleidet.

Rinman a. a. O. I. 269. u. f.

§. 108.

Die Wirkung, welche die Wärme auf alle Körper ohne Ausnahme ausübt, äußert sie auch auf das Eisen; sie vermindert nämlich die Härte, und bewirkt eine Ausdehnung nach allen Dimensionen. In den niedrigeren Graden der Temperatur sind diese beiden Wirkungen weniger merklich, sie treten aber bei zunehmender Hitze immer mehr und deutlicher hervor. Die Härte nimmt immer mehr und mehr ab, und das Eisen wird immer weicher und gegen alle Eindrücke empfänglicher, bis es endlich tropfbar flüssig zu werden anfängt. Die Ausdehnung der Körper durch die Wärme steht mit der Zunahme der Temperatur ebenfalls im Verhältniß; indeß ist diese Vergrößerung des Volumens für die verschiedenen Grade der zunehmenden Temperatur noch nicht genau untersucht.

A. Wirkung der Wärme auf das Eisen in der Temperatur bis zum Siedepunkt des Wassers.

§. 109.

Wie groß der Einfluß der Wärme auf die Härte des

Eisens ist, giebt sich schon bei nicht sehr bedeutenden Unterschieden der Temperatur zu erkennen. Stabeisen, welches sich in der gewöhnlichen Sommer-Temperatur als gutes festes Eisen zeigt, hält das Werfen und Biegen bei starker Kälte nicht aus. Die Kälte scheint überhaupt die Sprödigkeit der Körper sehr zu befördern, weshalb man vom Verhalten des Roheisens, Stahls und Stabeisens beim Werfen und Schlagen in sehr niedrigen Temperaturen, auf die Beschaffenheit desselben nicht so zuverlässig schließen kann, als in der mittleren Temperatur.

Beispiele. Nothwendigkeit, den Frischhammer vor dem Anlassen im Winter zu erwärmen. Leichtere Zerspringbarkeit der Läufe und der Geschütze im Winter.

Rinman. a. a. O. 1. 383 u. f.

§. 110.

Sehr genaue Untersuchungen über die Ausdehnung des Eisens bei verschiedenen Temperaturen von — 40° C (oder — 32° Reaum.) bis + 100° C (oder + 80° Reaum.) sind von **Hällström** angestellt. Es ergeben sich aus seinen Versuchen, bei der angenommenen Länge eines Eisenstabes von 1,000000 bei dem Gefrierpunkt, folgende Veränderungen in der Längen-Dimension des Stabes:

Thermometer-Centes.-Scale.	Länge des Eisens.
— 40°	0,999682
— 30°	0,999721
— 20°	0,999811
— 10°	0,999904
0	1,000000
+ 10°	1,000102
+ 20°	1,000211
+ 30°	1,000328
+ 40°	1,000453
+ 50°	1,000588
+ 60°	1,000734

Thermometer, Centes.-Scale.	Länge des Eisens.
+ 70°	1,000892
+ 80°	1,001063
+ 90°	1,001247
+ 100°	1,001446

Der zu den Versuchen gebrauchte Eisenstab war ein Eisendrath von beinah 0,1 Decimalzoll Durchmesser, welcher bei 19° C. Wärme ein specifisches Gewicht von 7,737 hatte. — Aus diesen Versuchen geht hervor, daß sich das Eisen von — 32° bis + 80° Reaum. um 0,001814 oder um $\frac{1}{545}$, und vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt um 0,001446, odrr nm $\frac{1}{694}$ seiner Länge ausdehnt. Dem Volum nach würde es sich also im ersten Fall um $\frac{1}{182}$, und im letzten Fall nm $\frac{1}{231}$ ausdehnen.

Von den Resultaten dieser Versuche weichen die Angaben anderer Physiker ungemein ab. Setzt man die Länge des Eisens bei der Temperatur von 0° = 1; so soll es sich bis zum Siedepunkte nach Condamine um 0,00106, nach Bouguer um 0,00055, nach Juan um 0,00092, nach Ellicott um 0,00060, nach Lowitz um 0,00080, nach Smeaton um 0,00125, nach Muschenbroek um 0,00073, und nach Herbert um 0,00107 in der Länge ausdehnen.

Hällström über die Ausdehnung des Eisens durch die Wärme in Gilberts neuen Annalen der Physik, VI. 52—73. Fischers physikalisches Wörterbuch, IV. 58.

§. 111.

Bei den sehr schwankenden Angaben über die Größe der Ausdehnung des Eisens vom Gefrier- bis zum Siedepunkte des Wassers, läßt es sich wohl erwarten, daß auch die Größe der Ausdehnung anderer Körper in dieser Temperatur eben so schwankend ausgemittelt seyn wird. Dal-

ton und Davy haben eine Uebersicht der Ausdehnung, welche verschiedene feste Körper von 0° bis 80° Reaum. erleiden, angegeben, welche ziemlich mit einander übereinstimmen, weil sie wahrscheinlich aus Einer Quelle geschöpft sind. Wenn auch die absolute Richtigkeit der Zahlen mangelhaft wäre; so geht doch daraus das Verhältniß der Ausdehnung des Eisens vom Gefrier- bis zum Siedepunkt zu der Ausdehnung anderer Körper bei derselben Verschiedenheit der Temperatur hervor, weshalb die von Davy angebenen Zahlen hier stehen mögen:

100000 Theile

Glas dehnen sich aus zu	100083 Th.	der Länge nach.
Platina	100087 -	
Gold	100094 -	
Spiesglanzkönig . .	100108 -	
Roheisen	100111 -	
Stahl	100112 -	
Stabeisen	100126 -	
Wismuth	100139 -	
Kupfer	100170 -	
Gegossenes Messing .	100180 -	
Silber	100238 -	
Zinn	100278 -	
Gegossenes Zink . . .	100296 -	
Geschmiedetes Zink .	100308 -	
Queckſilber	101835 -	
Elastische Flüssigkeiten	137500 -	

Nächst dem Glase, dem Platin, dem Golde und dem Spiesglanzmetall, erleidet also das Eisen die geringste Ausdehnung vom Frost- bis zum Siedepunkte. Außerdem dehnt sich, nach Davy's Angabe, Roheisen weniger als Stahl, und dieser weniger als Stabeisen aus. Wegen die-

ser geringen Ausdehnbarkeit des Eisens wird dasselbe, oder der Stahl, auch zu den Pendeln bei den Pendeluhren angewendet, und die, durch die verschiedene Ausdehnung in den verschiedenen Temperaturen entstehenden, Unrichtigkeiten im Pendelschlage, hat man auf eine sehr sinnreiche Art dadurch corrigirt, daß man die größere Ausdehnbarkeit des Kupfers als ein Mittel anwendete, die Länge des Stahlpendels für jede Temperatur auszugleichen.

Dalton, neues System des chemischen Theils der Naturwissenschaft. A. d. Engl. von Wolf, 1. 13 — 55.

Davy's Elemente des chemischen Theils der Naturwissenschaft. Aus dem Engl. von Wolff. Berlin 1814. S. 60; vergl. Schweiggers N. Journal für Chemie u. Physik. VIII. 336. — Biot, Traité de Physique I. 158. — Petit et Dulong, in den Annales de Chimie et de Physique. II. 254.

B. Wirkung der Wärme auf das Eisen in der Temperatur bis zur Rothglühhitze.

§. 112.

Da schon die Erhöhung der Temperatur bis zum Siedepunkte des Wassers oder bis 212° Fahr. eine sehr auffallende Wirkung auf die Härte und auf die Ausdehnbarkeit des Eisens hatte; so läßt sich wohl erwarten, daß diese Wirkungen in der Temperatur bis zum Rothglühen noch auffallender seyn müssen, da die Rothglühhitze erst bei 1000° Fahr. anfängt. Genaue Angaben über die Ausdehnung des Eisens in dieser Temperatur sind indeß eben so wenig vorhanden, als sich die verschiedenen Grade der abnehmenden Härte bei der Erhöhung der Temperaturen angeben lassen, weil man nicht in den Fall kommt, von den Resultaten solcher Untersuchungen Gebrauch zu machen. Musschenbroek hat über die Ausdehnung des Eisens in diesen höheren Temperaturen einige Versuche angestellt, deren Resultate

sultate weder als absolute Bestimmungen für gewisse Grade der Temperatur, und noch weniger als Vergleichungszahlen für Eisen mit anderen Metallen, gebraucht werden können. Rinman will bei seinen Versuchen gefunden haben, daß sich das Stabeisen (von der gewöhnlichen Sommerwärme an bis zur Rothglühhitze) um $\frac{4}{500}$, der Stahl um $\frac{6}{500}$, und das Roheisen um $\frac{7}{500}$ seiner Länge ausdehne. Hat Rinman richtig beobachtet, und bestätigt sich auch die Erfahrung, daß sich in der Temperatur bis zum Wassersiedepunkte das Roheisen am wenigsten, Stahl etwas mehr, und Stabeisen am meisten ausdehnt; so würde ein Temperaturgrad eintreten müssen, in welchem die Ausdehnung der drei Eisenarten durch die Wärme ein entgegengesetztes Gesetz befolgt. Weil R. aber schon in einer Temperatur von 500 bis 550° eine Ausdehnung des Stabeisens von $\frac{3}{500}$, des Stahls von $\frac{4}{500}$, und des Roheisens von $\frac{4}{500}$ bemerkt haben will; so müßte dieser Temperaturgrad zwischen 212 und 500° gesucht werden.

Musschenbroek introd. ad philos. natural. II. §. 1527.
Rinman a. a. O. II. 718.

§. 113.

Die merkwürdigste Veränderung, welche das Eisen in der Temperatur von 400° an erleidet, ist die Farbenveränderung seiner Oberfläche. Diese Veränderung ist auch bleibend, und das Eisen behält nach dem Erkalten die Farbe, welche es bei der Erhitzung erhalten hatte. Bei allen anderen Metallen, welche nach dem Glühen schmelzen (die edeln ausgenommen), zeigt sich ebenfalls eine Farbenveränderung auf ihrer Oberfläche; die übrigen Metalle schmelzen in dem Augenblicke, als die Farben zum Vorschein kommen. Man nennt dies Erscheinen der Farben auf der Oberfläche das Anlaufen des Eisens, und läßt das Eisen

in manchen Fällen, theils zur Zierde, theils aus anderen, demnächst näher zu erörternden Gründen, anlaufen. Je schöner die Fläche des Metalles polirt ward, desto schöner und deutlicher tritt die Farbe hervor; je dichter ferner das Eisen war, desto weniger wird der Farbengrund von unansehnlichen Stellen unterbrochen. Stahl läuft daher immer schöner an als Stabeisen, und dieses schöner als das graue Roheisen. Das weiße Roheisen kann indeß eben so schöne und noch lebhaftere Anlauffarben annehmen, als der Stahl.

§ 114.

Die Anlauffarben des Eisens kommen in gewissen, sehr bestimmten Wärmegraden zum Vorschein. Zuerst erhält die Oberfläche eine hellgelbe (stroh- oder hafergelbe) Farbe, in einer Temperatur, in welcher reines Zinn schmelzt (400°); alsdann wird die Farbe dunkelgelb oder goldfarbig (bei 420°), demnächst karmoisinroth (Wismuth schmelzt; 450°), alsdann violett, welches durch das Purpurfarbene ins Dunkelblaue übergeht (Blei schmelzt; 540°). Diese dunkelblaue Farbe zieht sich durch das Lichtblaue ins Grüne, und alsdann tritt völlige Farbenlosigkeit ein (Zink schmelzt; 700°). Wird das Eisen einer noch stärkeren Hitze ausgesetzt, so kommen auf der farbenlosen Fläche dieselben Farben, in derselben Folge, wie beim ersten Anlaufen, nämlich gelb, roth, violett, lichtblau und grün, aber weniger lebhaft und schneller verschwindend, zum Vorschein, worauf sich zuletzt, und zwar kurz vor dem Glühen, eine dunkelblaue Farbe einfindet, welche die Oberfläche des Eisens, wenn man es in diesem Zustande aus der Hitze nimmt, mit einer matten Haut überzieht. Daß die Anlauffarben durch die Oxydation des Eisens entstehen, ist als gewiß anzunehmen, obgleich der Oxydationszustand des Eisens, welches in solchen gefärbten Häuten erscheint, noch nicht bekannt ist.

H. Davy, über die Ursache der Farbenveränderung durch Hitze auf der Oberfläche des Stahls; in Schweigger's Neuem Journ. f. Chemie u. Physik. XI. 47. — Lüdicke von den Farben bei dem Anlaufen des Stahls; in Gilbert's Annalen der Physik. B. 34. S. 235 — 239.

§. 115.

Alle diese Farben sind indeß wenig lebhaft, weshalb man sie, die dunkelblaue Farbe des ersten Anlaufs allein ausgenommen, zur Verzierung des Eisens nicht anzuwenden pflegt. Weil der gehärtete Stahl aber bei jeder verschiedenen höheren Temperatur, welcher er ausgesetzt wird, auch von seiner Härte in eben so verschiedenen Graden etwas verliert; so geben die Anlauffarben ein sehr gutes Anhalten zur Bestimmung, bis zu welchem Hitzgrade der Stahl, theils nach seiner Beschaffenheit, theils nach der Anwendung, welche von ihm gemacht werden soll, erhitzt werden muß, um nicht zu viel und nicht zu wenig von seiner Härte zu verlieren (§. 92). Deshalb ist es auch nöthig, mit den Graden der Anlauffarben ganz genau bekannt zu sein.

§. 116.

Eisen- und Stahlarbeiten, denen man eine schöne Oberfläche geben will, und die es sonst nach der Bestimmung, welche sie haben, erleiden können, pflegt man blau anlaufen zu lassen. Zu diesem blauen Anlauf ist eine gewandte und geübte Hand erforderlich.

Rinman a. a. O. I. 260 u. f.

Procédé pour bleuir le fer et l'acier polis; in den Annal. des arts et manufactures, XXII. 292.

§. 117.

Die drei Eisenarten laufen nicht in gleicher Hitze an; Stahl früher als Stabeisen, und dieses nicht viel später

als graues Roheisen. Wie groß die Differenz der Temperaturen nach thermometrischen Graden ist, läßt sich nicht genau angeben; indeß ist sie doch so bedeutend, daß der Stahl oft schon die dritte Stufenfarbe erreicht hat, wenn das Stabeisen erst zur zweiten, und das graue Roheisen zur ersten gelangt. Eine Vergleichung der Anlaufsperiode des weißen Roheisens mit den Anlaufsperioden der übrigen Eisenarten, ist noch nicht angestellt; indeß ist es nicht unwahrscheinlich, daß es noch früher als der Stahl mit Farben anlaufen wird. Ueberhaupt ist es eine allgemeine Regel, daß das Eisen desto eher anläuft, je härter es ist. Man kann daher durch das Anlaufen die härteren und weicheren Stellen in einer Eisen- oder Stahlstange sehr deutlich erkennen, indem die härteren Stellen schon blau erscheinen, wenn die weichen röthlichgelb sind u. s. f.

Rinman a. a. O. I. 238 u. f. II. 723.

§. 118.

Wenn das Eisen in der Hitze alle Veränderungen, die sich äußerlich durch den Farbenwechsel zu erkennen geben, durchgegangen ist, fängt es bei anhaltender Hitze an, im Finstern zu leuchten oder zu glühen, und zwar zuerst mit brauner Farbe, welche immer lichter wird, und bald roth erscheint, so daß man das Glühen bei hellem Tageslicht sehen kann. Dies ist bei einem Grade der Hitze, welche etwa 1000 Gr. Fahrenh. beträgt. Wird das Eisen in diesem Zustande aus dem Feuer genommen, und bleibt es der Rothglühhitze nicht anhaltend ausgesetzt; so läßt sich nach dem Erkalten beim grauen Roheisen gar keine Veränderung in seinen Eigenschaften vor dem Glühen bemerken; denn die Anlauffarben (§. 113) sind in der Rothglühhitze schon wieder verschwunden. Beim Stahl ist indeß eine sehr große Verschiedenheit bemerkbar: der ungehärtete Stahl

ist etwas weicher geworden, der gehärtete hat aber die ihm früher durch das Härten (§. 66) mitgetheilte Härte fast gänzlich verloren, und befindet sich wieder im Zustande des ungehärteten Stahls. Das harte Stabeisen ist ebenfalls etwas weicher geworden; beim weichen läßt sich keine bemerkbare Verschiedenheit auffinden. Da sich mit der abnehmenden Härte auch die Sprödigkeit vermindert; so giebt das Ausglühen des Eisens ein Mittel, dem Stabeisen die Sprödigkeit zu benehmen, welche eine bloße Folge der durch kaltes Hämmern u. s. f. mitgetheilten Härte war. Hartes Stabeisen, welches von Natur spröde ist (§. 92.), kann seine Sprödigkeit durch Glühen nicht verlieren, weil die Sprödigkeit keine Folge der Härte allein gewesen ist.

C. Wirkung der Wärme auf das Eisen, in der Temperatur bis zur Schmelzhitze.

§. 119.

Die lichtrothe Farbe (§. 118.) wird bei verstärkter Hitze immer heller; das Röthliche verliert sich mehr, und macht der gelblichen Farbe Platz, welche ebenfalls immer lichter wird, bis das Eisen zuletzt eine blendendweiße Farbe annimmt. In diesem Zustande befindet es sich im Weißglühen, und man nennt den Grad der Hitze die Weißglühhitze. So groß die Temperaturverschiedenheit vom Rothglühen bis zum Weißglühen auch ist (indem man den Grad der Weißglühhitze = 12,800° Fahr. oder = 90° Wedgw. schätzt); so kennt man doch noch kein Mittel, die verschiedenen Grade der Hitze vom Roth- bis zum Weißglühen zu messen. Vor dem Rothglühen geben die Anlauffarben den Maaßstab zur Beurtheilung der Hitzgrade ab; nach dem Rothglühen hat man keine anderen Kennzeichen, als die Schattirungen der rothen und gelben Farben, die

immer lichter, und endlich blendendweiß werden. Lange Uebung und ein scharfes Auge sind also die einzigen Mittel zur Beurtheilung der Hitzgrade, welche zwischen dem Roth- und Weißglühen liegen; denn die Hitzgrade, in denen Kupfer, Silber und Gold schmelzen (4500°, 4700° und 5200° Fahr. = 27°, 28°, 32° Wedgw.), liegen weit vor dem Weißglühen des Eisens.

Die genaue Beurtheilung der verschiedenen Glühgrade ist beim Härten des Stahls von der äußersten Wichtigkeit, weil fast jede Stahlart einen besonderen Hitzgrad erfordert. Außerdem sind die Grade der Weißglühhitze außerordentlich verschieden, und manche Eisenarten erfordern einen ganz anderen Grad der Weißglühhitze zu ihrer Bearbeitung als andere, wenn der Güte des Eisens nicht Nachtheil erwachsen soll. Ein zuverlässiges und in der Anwendung bequemes Mittel (welches die Wedgwoodschen Pyrometer, ihrer sonstigen Vortrefflichkeit unbeschadet, nicht abgeben), um die verschiedenen Glühgrade genau bestimmen zu können, würde für das Eisenhüttenwesen, und vorzüglich für die Verarbeitung des Eisens, von der größten Wichtigkeit seyn. Rinman hat dazu das Eisen selbst, nämlich die Grade der Ausdehnung desselben in den zunehmenden Temperaturen, vorgeschlagen; wir haben indeß gesehen, wie schwierig die Bestimmungen der Ausdehnung des Eisens für die niedrigeren Temperaturen, und wie widersprechend die Angaben sind (§§. 110—112), so daß von diesem Vorschlage um so weniger etwas zu erwarten ist, als die Beschaffenheit des Stabeisens selbst, auf die geringere oder größere Ausdehnung den allergrößten Einfluß haben würde. In neueren Zeiten hat man das Platin in Vorschlag gebracht, weil dies Metall noch strengflüssiger ist als das Eisen und vor dem letzteren den Vorzug besitzt, daß es sich in den erhöheten Temperaturen nicht oxydirt; allein die Zuverläßigkeit

des Platin Pyrometers ist wegen der Schwierigkeit der genauen Beobachtung noch großem Zweifel unterworfen.

Rinman a. a. O. I. 273 f. — Archiv f. Bergbau u. s. f. VIII. 382.

§. 120.

Dieselbe Folgeordnung, welche die drei Eisenarten beim Anlaufen beobachteten (§. 117.), findet auch beim Erhitzen derselben bis zum Weißglühen statt. Der Stahl wird weit eher weißglühend als das Stabeisen, und dieses nicht viel später als das graue Roheisen. Das weiße Roheisen erhält aber eben so schnell den Grad des Weißglühens als der Stahl. Der Unterschied der Zeit zwischen dem Weißglühendwerden des Stahls und des Stabeisens ist um so bedeutender, je härter der Stahl und je weicher das Stabeisen ist. Hartes Stabeisen nimmt weit eher die Weißglühhitze an, als weiches.

(Anwendung dieser Erfahrung beim Bearbeiten der verstählten Eisenwaaren, beim Schmieden der Läufe u. s. f.)

§. 121.

In dem Zustande des Weißglühens ist alles Eisen außerordentlich weich, und gegen alle Eindrücke empfänglich. Was §. 118 von der Veränderung der Beschaffenheit des Eisens nach dem wieder erfolgten Erkalten gesagt worden ist, gilt vom Erkalten nach dem stattgefundenen Weißglühen um so mehr, jedoch unter der Voraussetzung, daß das Eisen nicht anhaltend der Weißglühhitze ausgesetzt war, daß beim Glühen kein Luftstrom über das Eisen strich, und daß die anhaltende Erhitzung nicht unter einer Kohlendecke geschah.

§. 122.

Ueber die Grade der Ausdehnung des Eisens bis zur

Weißglühhitze hat Rinman Versuche angestellt. Er fand, daß sich das Stabeisen von der Rothglühhitze bis zur Weißglühhitze um $\frac{3}{500}$, der Stahl um $\frac{4}{500}$, und das Roheisen um $\frac{5}{500}$ seiner Länge ausdehnte, und daß die Ausdehnung der Stäbe von der gewöhnlichen Temperatur im Sommer, bis zum Weißglühen, beim Stabeisen $\frac{7}{500}$, beim Stahl $\frac{10}{500}$, uud beim Roheisen $\frac{12}{500}$ betrug. (Vergl. §. 112.)

Rinman a. a. O. II. 719.

§. 123.

Wird die Weißglühhitze noch mehr verstärkt, so nimmt die Weichheit des Eisens immer mehr und mehr zu, und es muß nun ein Zustand der völligen Flüssigkeit eintreten. Hier ist es, wo sich die Verschiedenheit der drei Eisenarten sehr deutlich zeigt. Das Stabeisen bedarf zu dem Uebergange der völligen Flüssigkeit eines so hohen Hitzgrades, daß man es lange Zeit für völlig unschmelzbar gehalten hat. Der Stahl schmelzt mehr oder weniger schwer, je nachdem er weicher und biegsamer oder härter und spröder ist. Man hat die Temperaturgrade zwischen 19 und 20,000° Fahr., oder zwischen 150 und 155° Wedgw. gesetzt; allein diese Angaben sind ohne Zweifel um ein Beträchtliches zu hoch. Die Schmelzhitze des Roheisens wird gewöhnlich zu 17,500 bis 18,000 Gr. Fahr., oder zu 125 bis 130 Gr. Wedgw. angenommen; aber auch diese Angabe ist völlig unrichtig, weil das weiße Roheisen (Spiegeleisen) schon in Fluß kommt, wenn das Stabeisen sich kaum in starker Schweißhitze befindet. Andere Arten von weißem Roheisen schmelzen zwar etwas schwerer, aber gewiß nicht viel später als bei einer starken Schweißhitze des Stabeisens, uud dies ist auch derjenige Grad der Temperatur, bei welchem das graue Roheisen, welches unter allen Roheisenarten das strengflüssigste ist, zum Schmelzen kommt.

Das Verhalten der verschiedenen Eisenarten in der Glühhitze und in der bis zum völligen Schmelzen fortgesetzten Hitze, erfordert indeß für jede Eisenart eine besondere Untersuchung, theils wegen des eigenthümlichen Verhaltens, theils wegen der Veränderungen, die jede von diesen Eisenarten, durch den in den meisten Fällen unvermeidlichen Zutritt der Luft und der Kohlen, beim Glühen und Schmelzen erleidet.

1. Verhalten des Stabeisens in der Glüh- und Schmelzhitze.

§. 124.

Eine besondere Eigenschaft des Stabeisens, welche man bei keinem anderen Metall, außer in den neuesten Zeiten beim Platin, wargenommen hat, ist die Verbindung des Eisens mit dem Eisen im weißglühenden Zustande. Alle übrigen Metalle werden vor dem Schmelzen zwar ebenfalls weich, allein nur beim Stabeisen und beim Platin ist es möglich, die erweichten Stücke durch einen mechanischen Druck, durch Schlagen oder Pressen, zu Einer Masse mit einander zu vereinigen, ohne daß es nöthig wäre, den Zustand der Flüssigkeit eintreten zu lassen. Man nennt diese Art der Verbindung oder der Vereinigung das Schweißen, oder das Zusammenschweißen. Dieser Eigenschaft des Eisens allein verdanken wir die großen Vortheile, welche die Kunst der Eisenbearbeitung dem menschlichen Leben gewährt, weil das Eisen in einem so hohen Grade strengflüssig ist, daß es in den wenigsten Fällen ausführbar seyn würde, sich desselben, so wie des Kupfers, des Silbers u. s. f. zu bedienen. Weil das Eisen die Eigenschaft zu schweißen in der Weißglühhitze erhält, so pflegt man diesen Grad der Hitze auch wohl die Schweißhitze zu

nennen. Das harte Stabeisen erhält die Schweißhitze früher als das weiche. Eisen, welches gar nicht, oder doch nur sehr schwer schweißt, ist immer ein schlechtes unbrauchbares Eisen, wenn es auch sonst alle Eigenschaften eines guten Eisens haben sollte; es giebt aber auch Eisen, welches vortrefflich schweißt, und welchem andere zum guten Eisen erforderliche Eigenschaften abgehen; und endlich giebt es Eisen, welches in der Weißglühhitze zwar gut schweißt, und sich auch unter dem Hammer gut schmieden läßt, welches aber bei abnehmender Temperatur, besonders wenn es anfängt, sich dem rothglühenden Zustande zu nähern, beim Schmieden und Bearbeiten Risse und Sprünge an den Kanten erhält. Dies Eisen nennt man rothbrüchig (auch wohl weiß- und heißbrüchig, wenn es den Fehler des Rothbruchs im höchsten Grade besitzt). Immer ist Mangel an Schweißbarkeit die Ursache des Rothbruchs, welcher sich in einem geringeren Grade dadurch äußert, daß das glühende Stabeisen unter dem Hammer unganz wird, d. h. daß es Schiefer bekommt und sich spaltet, welche Schiefer und Spalten sich, durch erneuerte Hitzen und durch abermalige Behandlung unter dem Hammer, mit der übrigen Masse des Eisens nicht mehr vereinigen lassen. Das rothbrüchige Eisen ist zur Bearbeitung im Feuer mehr oder weniger geschickt, je nachdem es den Fehler des Rothbruchs in einem geringeren oder höheren Grade besitzt, obgleich es sich in der gewöhnlichen Temperatur als ein festes weiches Eisen verhalten kann. Nicht gut ausgearbeitetes, oder noch zu rohes Stabeisen ist auch brüchig in der Hitze; man nennt diese Brüchigkeit aber Rohbruch, weil das rohbrüchige Eisen auch zugleich kaltbrüchig ist. Das in der Kälte leicht zersprengbare Stabeisen, das kaltbrüchige Eisen (§§. 92. 93.) läßt sich in der Regel sehr gut schweißen, und nimmt die Schweißhitze schon sehr bald an; es kann aber auch roth-

und kaltbrüchiges Eisen geben, welches gehörig ausgefrischt, und daher nicht rohbrüchig zu nennen ist. Dies Stabeisen ist von allen Stabeisenarten das schlechteste und nur zu wenigen Zwecken noch anwendbar.

Zusammenschweißen der Eisendräthe (der Enden der eisernen Poldräthe) vermittelst der galvanischen Säule.

§. 125.

Wenn das Stabeisen im glühenden Zustande der Wirkung des Luftstroms ausgesetzt wird; so überzieht sich die Oberfläche desselben mit einer schwarzen Decke, die immer stärker wird, sich nach und nach abblättert, und so lange abfällt und immer wieder entsteht, bis das Eisen gänzlich darin verwandelt ist. Diese Decke heißt Glühspan, Hammerschlag oder Schmiedesinter. Je stärker der Hitzgrad war, dem das Eisen ausgesetzt ward, je freier und ungehinderter die Luft zutreten konnte, und je größer die Oberfläche des Eisens war, desto schneller entsteht der Glühspan; des Einflusses nicht zu gedenken, den die Art des angewendeten Brennmaterials auf die schnellere oder langsamere Entstehung desselben haben kann. Nach Rinman's mühsamen Untersuchungen setzt das weiche Eisen früher und schneller Glühspan an, als das härtere Eisen.

§. 126.

Wenn das Eisen in nicht zu starker Weißglühhitze dem Luftzuge ausgesetzt ist, so entsteht zwar nicht so häufiger und so starker Glühspan, als in starker Glühhitze; allein jener Glühspan ist feiner fällt nicht so leicht ab, frißt sich tiefer ein, macht tiefere Gruben im Eisen, und erhält zuletzt, wenn er einige Zeit, ohne abzufallen, ruhig liegen bleiben kann, eine dunkelbraune Farbe, die immer heller, und endlich lichte braunroth wird. Stabeisen, welches unter Hämmern bearbeitet wird, bekommt zwar durch lange an-

haltendes Schmieden in abnehmenden Temperaturen keinen rothen Ueberzug, welcher die Stäbe unansehnlich macht, weil der entstehende Glühspan durch die Erschütterungen des Hammers immer wieder entfernt wird; dagegen muß man sich aber bei allem Eisen, welches unter Walzen bearbeitet wird, welche den Glühspan in die Eisenmasse eindrücken, sehr wohl vorsehen, die Stäbe, Bleche u. s. f. durch das sich bildende rothe Oxyd nicht unansehnlich zu machen. Dies kann nur durch schnelle Arbeit geschehen, bei welcher das Walzen in einer zu sehr gesunkenen Temperatur vermieden wird. — Das unter der Glühspandecke befindliche Eisen hat zwar bei einer schnellen Erhitzung in seiner Beschaffenheit nichts verloren, sondern besitzt noch dieselben Eigenschaften, die es vor dem Glühen hatte, wenn es vom Glühspan gereinigt ist; allein eine lange anhaltende Glühhitze, bei welcher die Luft Zutritt zu dem glühenden Eisen hat, scheint doch eine sehr nachtheilige Wirkung auf die Beschaffenheit des Eisens zu äußern. Abgesehen, daß es durch den entstehenden Glühspan sehr starken Gewichtsverlust oder Abbrand erleidet, findet man, daß es nach dem Erkalten von seiner Zähigkeit ungemein verloren und sich den Eigenschaften des weichen mürben Eisens genähert hat. Dieser Veränderung ist das weiche Stabeisen früher als das härtere ausgesetzt. Die Ursache scheint bloß in der nicht bekannten, mit der Bildung des Glühspans in Verbindung stehenden veränderten Fügung der Textur zu suchen zu seyn; denn wenn man ein solches überwärmtes oder verbranntes Eisen (welches vor dem Glühen alle Eigenschaften eines guten Eisens zeigte, und nur durch das Glühen mürbe geworden ist) auf solche Weise in eine Weißglühhitze versetzt, daß aller Luftzutritt vermieden wird (in guter flüssiger Schlacke, statt deren auch eine reine Glasdecke genommen werden könnte); so bekommt es

nach dem Erkalten wieder alle Eigenschaften des guten Eisens. Es ist daher nothwendig, die Erhitzung des Eisens immer so schnell als möglich stattfinden zu lassen, um die Güte desselben nicht in Nachtheil zu bringen. Daß ausgeglüheter Drath eine ungleich geringere Festigkeit besitzt, als nicht ausgeglüheter, ist schon oben (§. 75.) gezeigt. Die unbekannte Ursache dieser Erscheinung, liegt auch bei der Abnahme der Festigkeit des stark ausgeglüheten und dann langsam erkalteten Stabeisens in dickeren Massen zum Grunde.

Beispiel an der Fabrikation des Stabeisens bei schlecht gehenden Gebläsen, oder bei wenig Hitze gebenden Kohlen; bei der Erhitzung des Eisens unter Umständen, wo es leicht verbrennen kann, vor den Gebläse und im Flammofen.

Rinmann a. a. O. I. 276—306.

§. 127.

Nicht bloß der durch die Entstehung des Glühspans bewirkte Verlust, sondern die zuletzt erfolgende gänzliche Unbrauchbarkeit des eisernen Geräthes, welches oft oder anhaltend der Glühhitze ausgesetzt werden muß, würde es sehr wünschenswerth machen, das Eisen mit einem Ueberzuge versehen zu können, durch welchen es gegen den Zutritt der Luft geschützt wird, weil die Beschaffenheit des Eisens alsdann unverändert bleiben würde. Ein solcher Ueberzug, der allen Forderungen genügte, ist aber theils nicht bekannt, theils hält er in stärkeren Hitzgraden nicht aus, weshalb man sich damit begnügen muß, die Entstehung des Glühspans möglichst zu verhindern, welches durch Vermeidung einer ungleichartigen Hitze, wobei das Eisen zuweilen abgekühlt und dann wieder geglüht wird, besonders durch die möglichste Verhinderung des Luftzutritts, am besten geschieht.

(Ein Ueberzug, der weder reißt noch springt, sondern mit dem Eisen gleichsam zusammenwächst, weshalb er auch als Eisenkitt und zum Verstreichen der Fugen besonders zu empfehlen ist, weil er keine Dämpfe durchläßt, besteht aus 1 Theil Ziegelmehl, 1 gebranntem Kalk, 1 gebranntem Gyps, 2 Eisenfeile (oder Hammerschlag in Ermangelung der Eisenfeile) und 1 zerstoßenem Glas, dem Maaße nach. Dies Gemenge wird mit frischem Ochsenblut zu einer Salbe gemacht und zum Bestreichen angewendet. Eine sehr starke Hitze hält dieser Ueberzug nicht aus, widersteht aber doch der Rothglühhitze. — Für einen stärkeren Feuersgrad ist ein Beschlag aus Thon und Hammerschlag, mit frischem Pferdemist von grasfressenden Pferden, zu empfehlen.)

Rinman a. a. O. I. 307 — 337. Kastner's Deutsch. Gewerbsfreund, B. I. H. 3. S. 301.

§. 128.

Weil die Erzeugung sowohl als die Verarbeitung des Stabeisens, ohne Zutritt der Luft zu dem Arbeitsraume niemals geschehen kann; so bleibt die Verhinderung des Luftzutritts zu dem glühenden Eisen die Hauptsache. In den Frisch- und Schmiedeheerden wird dies theils durch den schmelzenden Glühspan (Hammerschlacke) selbst, theils durch Bestreuen des Eisens mit Sand und Schlacke (Schweißsand), auch wohl mit Thon, welcher indeß dazu nicht immer sehr zu empfehlen ist, bewirkt. Es bildet sich dadurch eine flüssige Schlacke, welche das glühende Eisen überall umgiebt und es gegen den Luftstrom schützt. Könnte diese Schlacke das Eisen so ganz genau umgeben, als geschmolzenes Glas ein im Tiegel glühend gemachtes Eisen bedecken kann, so würde das Eisen im Frisch- und Schmiedeheerde auch ganz unverändert bleiben, so wie das Eisen, welches, mit Glas bedeckt, in einem Tiegel der heftigsten und anhaltendsten Weißglühhitze ausgesetzt wird, alle seine Eigenschaften

unverändert beibehält, und durch das Glühen nur seine Sprödigkeit verliert (§. 118.). Dieß ist indeß nicht möglich, sondern das Eisen wird dem Luftstrome mehr oder weniger ausgesetzt, nnd erleidet dann die im §. 126. angeführten Veränderungen in einem größeren oder geringeren Grade. Schnelle und starke Hitze ist daher, zur Verminderung des Abbrands sowohl, als auch, um der Güte des Stabeisens nicht zu schaden, die Hauptsache. In den Fällen, wo es sich nicht vermeiden läßt, das zu bearbeitende Eisen dem Luftstrome auf einige Zeit auszusetzen, pflegt man es wohl mit einem Ueberzuge zu versehen, welcher indeß die Nachtheile, die durch ein zu lange anhaltendes Glühen beim Luftzutritt, oder durch die sogenannten trockenen Hitzen entstehen, nicht aufheben kann, sobald sich die Entstehung des Glühspans, durch den völligen Ausschluß der Luft, nicht völlig vermeiden läßt.

Beispiel. Ueberziehen der Blechstürze mit Lehmwasser und Kohlenstaub.

Rinman a. a. O. I. 312 u. f.

§. 129.

In den meisten Fällen ist man bei der Verarbeitung des Eisens in der Hitze auch genöthigt, dasselbe mit glühenden Kohlen unmittelbar in Berührung zu bringen, wodurch sehr oft Erscheinungen, die den eben angeführten entgegen sind, veranlaßt werden. Stabeisen, welches, mit glühenden Kohlen umgeben, der Glühhitze nur kurze Zeit ausgesetzt wird, erfährt keine andere Veränderung als die gewöhnliche, daß es weicher wird (§. 118.). Die Kohle leistet hier nur den Dienst einer Decke gegen die andringende Luft (§. 128.). Eisen, welches durch kaltes Hämmern ꝛc. spröde geworden, aber von Natur gutartig ist, und das durch anhaltendes trockenes Glühen verbrannte, oder viel-

mehr ausgedörrte Eisen, verliert seine Sprödigkeit und seine Mürbheit, wenn es, vollkommen mit Kohlen bedeckt, geglüht wird. Soll dem Eisen die durch trockene Hitzen verloren gegangene Zähigkeit wieder gegeben werden, so wird dazu schon eine starke Schweißhitze und ein darauf folgendes mechanisches Zusammenpressen erfordert, weshalb das Glühen zwischen Kohlen bis zum Weißglühen gebracht, und der Zutritt der Luft völlig verhütet werden muß. In fließender Schlacke läßt sich der Zutritt der Luft eher und vollkommener verhüten, als zwischen Kohlen, weshalb man sich auch gewöhnlich dieser saftigen Schweißhitzen bedient.

§. 130.

Geschieht das Glühen des Eisens zwischen den brennenden Kohlen vor dem Gebläse, so gehört eine genaue Kenntniß dazu, das Eisen nicht zu verbrennen. Weil die Kohlen das glühende Eisen nicht überall umgeben können, so muß es der Arbeiter zur rechten Zeit nicht an Schweißsand fehlen lassen, um sich eine künstliche Decke zu bereiten, wenn er nicht durch die Arbeit selbst schon ein Schlackenbad in seinem Arbeitsraume erhalten hat. Der Glühspan selbst, welcher bei der mechanischen Bearbeitung des Eisens abfällt, ist die beste Decke für das Eisen, welches in kleinen Schmiede- und Schweißheerden bearbeitet wird. So erfolgreich die guten Hitzen selbst für solches Eisen sind, welches schon die Wirkungen einer zu lange anhaltenden trockenen Hitze erfahren hat; so schwierig ist es doch, gute Hitzen zu machen und das Eisen nicht zu verbrennen. Wird dasselbe nämlich dem Luftstrome zu sehr ausgesetzt, so verschlackt sich der immer neu entstehende Glühspan nicht allein, und wird zur sogenannten Hammerschlacke; sondern das nicht verbrennende Eisen wird auch so schlecht und mürbe, daß es mit dem eingehaltenen Eisen

gar

gar nicht zu vergleichen ist. So einfach dieß alles scheint, so lehrt doch die tägliche Erfahrung, daß ungeschickte und unwissende Schmiede das beste Eisen verderben, und über die schlechte Beschaffenheit des Eisens klagen, statt ihrer Unkunde die Schuld beizumessen.

Beispiele. Das Verbrennen des Eisens und Stahls im Sauerstoffgas zeigt das Verbrennen des Eisens im Kleinen. — Funkensprühen beim Feuerschlagen.

§. 131.

Wird Stabeisen der Wirkung der glühenden Kohle in anhaltender Weißglühhitze und ohne den mindesten Zutritt der Luft ausgesetzt, so wird es nicht weicher, obgleich es, wenn es sonst von Natur gut war, keine Sprödigkeit behält, sondern es nimmt alle Eigenschaften des Stahls an. Wirklich ist dies auch das Mittel, Stahl aus Stabeisen zu bereiten, und die Fabrikation des Cementstahls ist auf jene Erfahrung gegründet. Ist die Hitze nicht anhaltend, oder nicht stark genug gewesen, so hält das behandelte Eisen das Mittel zwischen dem harten Eisen und dem Stahl. Der geringste Zutritt der Luft bewirkt aber das Verbrennen des Eisens, nämlich die Entstehung des Glühspans, welcher sich in der Hitze augenblicklich wieder verschlackt.

§. 132.

Wenn die Hitze noch mehr verstärkt und das Stabeisen mit Kohlen, und unter Vermeidung alles Luftzutritts (in bedeckten Tiegeln im Windofen) zum wirklichen Fluß, oder zum Schmelzen gebracht wird; so entsteht entweder Stahl, oder weißes, oder graues Roheisen. Die Bedingungen, unter denen der eine oder der andere dieser Körper beim Schmelzen des Stabeisens mit Kohle in bedeckten Gefäßen dargestellt wird, sind noch nicht recht bekannt. Es scheint,

daß Alles auf den Grad der Hitze ankommt, um das Stabeisen zu veranlassen, diese oder jene Verbindung einzugehen, weil es bei allen angestellten Versuchen niemals an Kohle gefehlt hat, sondern das Stabeisen davon bei einem Versuche eben so viel, als bei dem anderen, hätte aufnehmen können, wenn bloß die Quantität der Kohle entscheidend gewesen wäre. Eigentlich graues Roheisen habe ich bei solchen Schmelzversuchen niemals erhalten, sondern immer nur Stahl oder weißes Roheisen. Nur dasjenige Stabeisen, welches lange und anhaltend in starker Hitze zwischen Kohlen geglühet und zuletzt in einer sehr heftigen Hitze zum Schmelzen gebracht wird, verwandelt sich wirklich in graues Roheisen.

Tiemann, über die Wirkung der Kohle auf das Eisen, in Hinsicht der Eisen- und Stahlerzeugung. v. Crell's chem. Annalen f. 1803. I. 235—240. 293—297. Auch in Gehlen's Neuem allg. Journ. f. Chem. III. 640—669.

§. 133.

Selbst in den größeren Arbeitsräumen, worin Stabeisen mit Kohlen vor dem Gebläse behandelt wird, geschieht es wohl, daß der Arbeiter in den entgegengesetzten Fehler des Verbrennens des Eisens fällt (§. 130.) und Gelegenheit zur Verbindung des Stabeisens mit Kohle giebt. Man sagt dann, das Stabeisen sei wieder roh geworden. Dieser Fall kommt indeß weniger häufig vor, und wenn es geschieht, so ist das Eisen durch mehrere starke Schweißhitzen wieder zu verbessern, wenn der Arbeiter aus zu großer Besorglichkeit das Eisen nicht zu roh gemacht hat, indem er es nicht wagte, selbiges dem Windstrome im geringsten auszusetzen, um es nicht verbrennen zu lassen. Durch das beständige Halten des Eisens unter dem Winde zwischen den glühenden Kohlen kann es wohl kommen, daß das

Stabeisen nicht bloß stahlartig, sondern sogar roheisenartig wird.

Rinman a. a. O. II. 593 u. f.

§. 134.

Wenn das Eisen durch den Zusatz von Kohlenstaub zum Schmelzen gebracht wird, so geschieht dies immer nur mit Verlust aller seiner Eigenschaften, indem es entweder zu Stahl oder zu Roheisen wird. Mit Beibehaltung seiner Natur und Eigenschaften hat man das Eisen zeither gar nicht schmelzen zu können geglaubt. Daß dies in einem sehr hohen Schmelzgrade allerdings möglich sey, haben neuere Versuche dargethan. Die gänzliche Ausschließung aller Kohle, die gänzliche Vermeidung alles Luftzutritts, und ein außerordentlich hoher Grad von Hitze, sind dazu die Bedingungen. M' Kenzie zeigte, daß das reine Stabeisen in einer Temperatur von 158 bis 160° Wedgw. oder von 21 bis 22,000° Fahr. flüssig werde, und nach dem Erkalten alle seine Eigenschaften als Stabeisen behalte. Dieser Grad der Temperatur ist indeß ebenfalls viel zu hoch angegeben, weil alle Pyrometer sehr unzuverlässige Werkzeuge sind. Da dies übrigens fast der höchste Hitzgrad ist, den man durch die am stärksten ziehenden Windöfen nur hervorbringen kann; so ist es ganz unmöglich, den Hitzgrad anzugeben, in welchem das Eisen zu verdampfen oder sich zu verflüchtigen anfängt. So interessant es auch für die Wissenschaft ist, zu wissen, unter welchen Verhältnissen und Bedingungen das Eisen schmelzt, so ist die Eisenhüttenkunde noch wohl etwas weit davon entfernt, von dieser Eigenschaft Gebrauch zu machen, weil die Schweißbarkeit des Eisens dasselbe zu jeder Anwendung geschickt macht, und weil die außerordentlich hohe Temperatur, welche zum Schmelzen des Stabeisens nöthig ist, ein zu großes Hin-

derniß verursacht, um von seiner Schmelzbarkeit mit ökonomischen Vortheilen bei der Eisenverarbeitung Anwendung zu machen. Das geschmolzene reine Stabeisen hat eine silberweiße Farbe, einen zackigen Bruch, ist sehr weich und wird daher durch mechanisches Zusammenpressen leicht sehnig. Das specifische Gewicht dieses geschmolzenen Stabeisens steigt wohl nicht über 7,7.

Im Parkerschen Brennspiegel flossen 10 Gran Stabeisen, nach dem in London gemachten Versuche, in 12 Sekunde.

M.' Kenzie in Nicholson's Journal of chemistry etc. IV. 109. Collet-Descotils sur la conversion du fer en acier, dans des creusets fermés sans contact d'aucune substance contenant du carbone, annoncée par Mushet, et sur la facile fusion du fer; im Journal des mines, No. 77. p. 421 — 423.

2. Verhalten des Stahls in der Glüh- und Schmelzhitze.

§. 135.

Der Stahl verhält sich im Allgemeinen in den höheren Hitzgraden, wie das Stabeisen, und zwar wie die harte Abart desselben. Er schweißt früher als das Stabeisen (§. 124.), und setzt beim Zutritt der Luft nicht so schnell Glühspan an, als dieses (§. 125.). Durch lange anhaltende trockene Glühhitze ist er endlich denselben Veränderungen, wie das Stabeisen, unterworfen (§§. 126 — 128), nur treten diese Veränderungen nicht so schnell ein, auch verliert der Stahl erst seine Stahlnatur, und erhält dagegen die Eigenschaften des Stabeisens. Einiger Stahl wird durch oft wiederholtes Ausschweißen in trockener Hitze früher zu Stabeisen, als anderer. Der durch viele trockene Schweißhitzen zu Stabeisen umgeänderte, und endlich mürbe gewordene Stahl erhält seine Stahlnatur durch bloße saf-

tige Schweißhitzen (§. 129.) nicht wieder, sondern giebt dann nur, wenn er selbst von guter Natur war, ein gutes festes Stabeisen. Es versteht sich, daß alle diese Veränderungen nur bei anhaltender Schweißhitze bei nicht völliger Vermeidung des Luftzutritts eintreten; in einer schnellen, nicht trockenen Schweißhitze bleibt die Natur des Stahls ungeändert, und in einer anhaltenden Schweißhitze, in welcher aller Luftzutritt gänzlich vermieden werden könnte, würde er ebenfalls ungeändert bleiben und nur noch gleichartiger und feiner im Korn werden. So wenig der ungehärtete Stahl in der Glühhitze und bei abgehaltenem Luftzutritt, irgend eine Veränderung in seinen Eigenschaften erleidet; so wesentlich sind die Veränderungen, welche mit dem gehärteten Stahl vorgehen. Dieser verliert seine Härte und seine Farbe, wenn er langsam erkaltet, und tritt wieder in denselben Zustand zurück, in welchem er sich befand, ehe er gehärtet worden war. Diese Umwandlung des harten, weißen und spröden Stahls in ein Metall, welches die Eigenschaften des besten und geschmeidigsten Stabeisens besitzt, so wie umgekehrt des letzteren in einen harten, weißen, klingenden und spröden Körper, läßt sich durch langsames oder durch plötzliches Erkalten nach dem Glühen, so oft vornehmen als man will. Das Ausglühen entzieht dem Stahl also alle Härte und benimmt ihm seine lichte Färbung, welche er nur durch schnelle Abkühlung in der Glühhitze wieder erlangt.

Rinman a. a. O. II. 519.

§. 136.

Auf den Umstand, daß der Stahl in einer starken Schweißhiße und beim Zutritt der Luft etwas von seiner stahlartigen Beschaffenheit d. h. von der Eigenschaft, durch plötzliches Abkühlen hart zu werden, verliert, und immer

mehr und mehr die Eigenschaften des Stabeisens erhält, gründet sich auch die Erfahrung, daß das feste harte Eisen in einer solchen Schweißhitze seine natürliche Härte verliert, und weicher, d. h. stabeisenartiger wird. Hartes, mürbes Eisen behält seine Härte und wird noch mürber. Von der Aufhebung der Sprödigkeit des Eisens, welche eine Folge der demselben mitgetheilten Härte ist (§. 68.), ist hier nicht die Rede, weil es dazu keiner Weißglühhitze bedarf. (§. 118.)

§. 137.

Weil der Stahl beim Verbrennen, oder bei anhaltend trockenen Hitzen, seine stahlartige Beschaffenheit völlig einbüßt, so ist es bei der Bearbeitung desselben vor dem Gebläse noch nothwendiger, ihn durch Schweißsand oder durch künstliche Schlackendecken gegen die Wirkung der Luft zu schützen, als beim Stabeisen (§. 130.). Was beim Stabeisen, um es nicht wieder roh zu machen, vermieden werden mußte, nämlich es stets unter dem Winde zu halten (§. 133.), muß beim Stahl nothwendig befolgt werden, obgleich auch hier eine Gränze stattfindet, aus Gründen, die weiter unten mehr einleuchten werden.

§. 138.

Wenn der weiche Stahl einer anhaltenden Schweißhitze, ohne Luftzutritt, ausgesetzt wird; so bleibt er unverändert (§. 135). Wird der Luftzutritt aber nicht durch eine Schlackendecke, sondern durch Kohlenstaub abgehalten, und bleibt der Stahl mit dem Kohlenstaube einer lange anhaltenden starken Glühhitze ausgesetzt; so wird er mürbe, und verliert zuletzt, mit Beibehaltung seiner körnigen Textur, alle seine Festigkeit, so daß ihm Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit, und zuletzt auch die Schweißbarkeit abgehen und er einen

roheisenartigen Zustand angenommen zu haben scheint. Wird die Hitze bis zum wirklich erfolgenden Schmelzen des Stahls fortgesetzt; so erscheint er auch wirklich als Roheisen. Er verhält sich also unter diesen Umständen eben so wie das Stabeisen (§. 132.).

§. 139.

Soll daher der Stahl umgeschmolzen werden, ohne seine stahlartige Natur zu verlieren; so muß auf der einen Seite aller Luftzutritt abgehalten werden, weil er sonst verbrennen würde, und auf der anderen Seite darf er, wenn er in Kohlentiegeln geschmolzen wird, keine langsame Hitze erhalten, noch weniger eine starke Decke von Kohlenstaub bekommen. Sehr rasche Schmelzhitze und ein gut passender Deckel werden zur Bereitung des Gußstahls aus dem umzuschmelzenden Stahl nothwendig erfordert. Wenn er unter einer Decke von nicht kohlehaltigen Substanzen in Fluß erhalten wird, so behält er nicht allein seine stahlartigen Eigenschaften, sondern er wird noch weit feiner und gleichartiger, als er vor dem Umschmelzen war (§. 135) Das Umschmelzen des Stahls ist daher ein noch weit besseres Mittel, aus hartem und weichem Stahl, durch die verschiedenen, durch die Erfahrung auszumittelnden Beschickungen dieser Stahlsorten, einen Stahl von jeder verlangten Härte darzustellen, als das Zusammenschweißen der härteren mit den weicheren Stahlsorten gewähren kann. Man würde dies Mittel deshalb auch gewiß allgemein anwenden, wenn nicht der hohe Hitzgrad, den der Stahl zum Schmelzen erfordert (§. 123), wegen der anzuwendenden Gefäße eine große Schwierigkeit verursachte, und wegen des Aufwandes von Brennmaterial mit großen Unkosten verknüpft wäre. Ein Zusatz von 1 bis 2 Procent reiner Kohle, scheint beim Umschmelzen einiger Stahlarten (besonders

des Cementstahls) nicht allein nicht nachtheilig, sondern sogar vortheilhaft zu seyn, weil er dadurch noch härter, obgleich in dem Verhältniß der zunehmenden Härte auch schwieriger zu bearbeiten wird.

Rinman a. a. O. II. 625. 639.

3. Verhalten des Roheisens in der Glüh- und Schmelzhitze.

§. 140.

Die Schweißbarkeit, welche dem Stabeisen und dem Stahl zukommt, scheint dem Roheisen gänzlich zu fehlen. Das weiße Roheisen ist völlig unschweißbar, weil es bei den niedrigsten Graden der Schweißhitze, wenn nicht vollkommen flüssig, doch schon teigartig wird, weshalb eine Vereinigung der Eisentheilchen nicht erfolgen kann. Dagegen ist aber das graue Roheisen, welches schon einen ungleich höheren Grad der Schweißhitze zum Flüssigwerden erfordert, wirklich schweißbar; nur ist der Uebergang aus der Schweißhitze in den flüssigen Zustand so schnell, daß eine außerordentliche Aufmerksamkeit erfordert wird, das Aneinanderschweißen zu bewerkstelligen. Jene Schwierigkeit wird durch den Verbindungszustand, in welchem sich das Eisen mit der Kohle im grauen Roheisen befindet, auf eine rein mechanische Weise noch mehr erhöhet; so daß dem grauen Roheisen die Schweißbarkeit eben so wenig wie dem sehr harten Stahl, dessen Schweißbarkeit auch nur sehr geringe ist, abgesprochen werden kann. Eine praktische Anwendung von der Schweißbarkeit des grauen Roheisens wird man nicht leicht machen, weil es sich im Zustande der Flüssigkeit ungleich zweckmäßiger benutzen und wie manche andere Metalle, Kupfer, Silber u. s. f. in Formen leiten läßt.

Gill; über das Schweißen des Gußstahls und des Roheisens; im Archiv für Bergb. und Hüttenwesen. Bd. II. Heft 1. S. 174.

§. 141.

Wird das Roheisen in den verschiedenen Graden der Glühhitze dem Luftstrome ausgesetzt, so überzieht es sich, eben so wie das Stabeisen und der Stahl, mit Glühspan. Beim Roheisen sind dazu aber anhaltendere Hitze und längere Zeit erforderlich; auch ist der Glühspan niemals so fein, sondern immer rauher und stärker, als bei dem geschmeidigen Eisen. Der Glühspan ist um so lockerer, je schneller die Hitze gegeben wird; auch verschlackt er sich in starker Hitze sehr leicht, und gewährt alsdann eine natürliche Decke, unter welcher das weitere Verbrennen nur sehr langsam erfolgt. Bleibt das Roheisen aber lange Zeit einer schwächeren Glühhitze bei freiem Luftzutritt ausgesetzt; so ist der Glühspan feiner, nnd geht aus der schwarzen Farbe nach und nach in eine braune, violette, röthliche, und endlich ganz rothe Farbe über. — Ueberzüge, um den Luftzutritt in sehr hohen Temperaturen abzuhalten, kennt man noch nicht; man beschlägt die gegossenen eisernen Gefäße, welche einer anhaltenden Glühhitze ausgesetzt werden müssen, zwar mit einer Decke von Lehm: indeß hält diese in sehr hohen Glühgraden auch nicht aus, und man muß alsdann nur den Luftzug möglichst zu verhüten, und eine öfters abwechselnde Erhitzung und Erkältung der Gefäße zu vermeiden suchen.

§. 142.

In einem höheren Grade der Hitze, welche man, obgleich ganz gewiß sehr viel zu hoch, zu 17 bis 18,000° Fahr. schätzt, kommen beide Roheisenarten in Fluß; das weiße

weit feüher als das graue. Das letztere wird aber vollkommener flüssig oder dünnflüssiger, als das erstere. In diesem Zustande der Flüssigkeit bietet sich eine scheinbare Anomalie gegen das unwandelbare Gesetz dar, daß die Wärme die Körper ausdehnt. Das flüssige Roheisen scheint nämlich dichter zu seyn, also weniger Volum einzunehmen, als das feste, weil das letztere auf dem ersteren schwimmt. Dies Verhalten hat das Roheisen indeß mit mehreren anderen Körpern (mit Wismuth, Spiesglanz, Zink, Schwefel, Wasser) gemein, welche bei dem Uebergange aus dem flüssigen in den starren Zustand, statt sich zusammenzuziehen, eine krystallinische Gestalt annehmen und sich dadurch ausdehnen. Diese Eigenschaft macht das Roheisen gerade sehr geschickt und anwendbar zum Vergießen, weil es beim Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand die Formen besser erfüllt und weniger schwindet. Das kalte Roheisen ist es indeß nicht, welches auf der Oberfläche des geschmolzenen schwimmt, sondern die noch nicht geschmolzenen Stücken, welche aber durch die Hitze schon stark ausgedehnt worden sind. Kaltes Roheisen sinkt in dem flüssigen von derselben Art wirklich zu Boden. — Das weiße Roheisen besitzt die Eigenschaft, sich beim Erkalten auszudehnen, weniger, oder es schwindet stärker als das graue, weshalb bei der Anwendung des weißen Roheisens mehr auf das Schwinden desselben, und beim grauen Roheisen mehr auf den Umstand Rücksicht genommen werden muß, die Räume der Formen auszufüllen, und der Ausdehnung der Roheisentheile durch mechanischen Druck (durch höhere Eingüsse) Gränzen zu setzen.

Rinman a. a. O. I. 229 u. f.

§. 143.

Für die praktische Anwendung ist es sehr wichtig, die Größe des Schwindens des Roheisens bei seinem Ueber-

gange aus dem flüssigen in den starren Zustand genau zu kennen, weil die Formen zu allen denjenigen Gußwaaren, welche ein sehr genaues und bestimmtes Maaß haben sollen, um so viel größer gemacht werden müssen, als die Schwindgröße beträgt. Es scheint, daß diese Größe des Schwindens zwischen den Gränzen der Zahlen $\frac{1}{95}$ bis $\frac{1}{98}$ liegt, so daß 100 Theile Roheisen im flüssigen Zustande nach dem Erkalten nur eine Länge von 95 bis 98 behalten. Dem Volum nach würde das Roheisen also zwischen den Gränzen von 858 und 942 auf 1000 sich zusammen ziehen. Die Größe des Schwindmaaßes muß für jedes Roheisen durch einen besonderen Versuch ausgemittelt werden, wenn es darauf ankommt, dieselbe genau zu kennen. Im mittleren Durchschnitt läßt sich für gutes graues Roheisen ein Schwindmaaß von $\frac{1}{96}$ annehmen, indeß schwindet manches Roheisen ungleich weniger und anderes wieder etwas mehr.

§. 144.

Das graue Roheisen setzt in anhaltender, nicht zu starker Glühhitze beim Zutritt der Luft, einen pulverartigeren und lockerern Glühspan ab, als das weiße Roheisen. In der Weißglühhitze wird das graue Roheisen unter der Glühspandecke immer mürber und unzusammenhängender, wobei es sich nach und nach gänzlich in Glühspan auflös't. — Wird es aber in dem Zustande der Weißglühhitze nicht lange erhalten, sondern stärker erhitzt; so kommt der angesetzte Glühspan in Fluß und schmelzt zu einer glasartigen Schlacke, und das graue Roheisen, welches den inneren Kern bildete, erscheint zu gleicher Zeit in einem vollkommen flüssigen Zustande. Bleibt es in diesem Zustande der Flüssigkeit einem starken Luftstrome noch länger ausgesetzt, so verschlackt es sich nach und nach gänzlich, in so fern die entstehende Schlackenhaut immer wieder abgezogen wird. Ist der Luftstrom,

welcher auf die flüssige Masse geleitet wird, nicht stark, sondern steht das flüssige Roheisen ganz ruhig in der Schmelzhitze, wie in einem Bade; so wird die graue Farbe nach und nach immer lichter, aber niemals weiß; auch behält das Eisen beim Erkalten das körnige Gefüge und wird niemals strahlig oder blätterig auf der Bruchfläche, wie das weiße Roheisen. Mit der zunehmenden lichteren Farbe wird das Roheisen immer weicher, und erlangt einen größeren Grad von Geschmeidigkeit als es vor dem Glühen und Schmelzen gehabt hatte; es nähert sich den Eigenschaften des Stabeisens, obgleich es die Schweißbarkeit nur in einem sehr geringen Grade besitzt. Merkwürdig ist es, daß das im flüssigen Zustande durch lange anhaltendes ruhiges Stehen an der Luft zu einem Grade von Dehnbarkeit gelangte graue Roheisen, sich beim Ausschweißen zwar spröde verhält (wie das schlecht gefrischte rohe Stabeisen), daß es aber durch Ablöschen im Wasser nur wenig härter wird, sondern sich in dieser Rücksicht wie der weichste Stahl verhält. Je länger das geschmolzene graue Roheisen der ruhigen Einwirkung der Luft ausgesetzt bleibt, desto zäher, lichtgrauer und zackigkörniger wird es zwar; allein ein Theil verbrennt zugleich, und der durch dies Verbrennen entstehende große Eisenverlust sowohl, als auch die Schwierigkeit, die Oberfläche des Eisens oft zu erneuern, machen es theils in ökonomischer Rücksicht unanwendbar, theils auch höchst schwierig, das graue Roheisen auf diese Art in Stabeisen zu verwandeln.

§. 145.

Wird der Zutritt der Luft beim Glühen und bei der bis zum Schmelzen verstärkten Hitze, gänzlich abgehalten; so setzt sich nicht allein kein Glühspan an, sondern das höchst dünnflüssige graue Roheisen bleibt unter der Decke, welche

die Luft abzuhalten bestimmt ist, vollkommen unverändert. Wird Kohlenstaub zur Decke gewählt; so scheint die ganze Veränderung darin zu bestehen, daß das Eisen eine noch etwas dunklere Farbe auf der Bruchfläche erhält. Läßt man dies fließende Roheisen ruhig erkalten, oder gießt man es in eine erwärmte oder gehörig trockene Form, so daß es ganz langsam erkalten kann; so zeigt es nachher dieselben Eigenschaften, welche es vor dem Einschmelzen hatte, und kann mit Beibehaltung aller seiner Eigenschaften, so oft man will, wieder umgeschmolzen werden. Wird das fließende graue Roheisen aber plötzlich zum Erstarren gebracht, indem man es auf eine kalte Platte, oder in eine nasse Form, oder in Wasser gießt; so verändert es alle seine Eigenschaften, und wird aus einem grauen und weichen, ein weißer, harter und spröder Körper. In diesem Zustande verhält es sich dann wie das weiße Roheisen. Die Veränderung ist um so vollkommener, je plötzlicher die Erstarrung des grauen Roheisens seyn kann. In vielen Fällen entsteht aber kein vollkommen weißes, sondern nur ein sogenanntes halbirtes Roheisen. Durch das Bespritzen mit Wasser, durch das Granuliren, durch das Gießen in sehr feuchten Sand ꝛc. wird der Zweck am vollkommensten erreicht. Weil die Formen, in welche das Roheisen geleitet wird, wenn dasselbe zu Gußwaaren angewendet werden soll, immer noch einige Feuchtigkeit behalten, und weil das Eisen in dem Augenblicke, als es die Form erfüllt, immer eine augenblickliche Abkühlung erleiden muß; so geschieht die Erstarrung des Roheisens an den Wänden der Form auch immer eher, als in der Mitte, weshalb Gußwaaren aus grauem Roheisen in der Mitte der Bruchfläche grau seyn können, und doch ganz weiße Ränder haben. Bei sehr starken Gußwaaren kommt dies weniger vor, weil die Masse des Eisens zu groß ist; bei schwächeren Sachen ist die nach

den Rändern zu fortschreitende weiße Farbe sehr deutlich zu sehen; ganz schwache Gußwaaren pflegen auch wohl vollkommen weiß im Bruch auszufallen, wenn sie in nasser Sandform gegossen werden, ungeachtet das graueste Roheisen dazu angewendet sein kann. Läßt man graues Roheisen, in sehr dicken Massen, bis zu dem Grade erkalten, daß die Oberfläche kaum noch braunrothglühend erscheint, und beschleunigt dann das Erkalten dadurch, daß man die ganze Masse in kaltes Wasser wirft, so zeigt sich auf der Bruchfläche des erkalteten Roheisens die umgekehrte Erscheinung, indem sich der innere Kern in weißes Roheisen umgeändert hat, während die äußere Masse aus grauem Roheisen besteht. Der Kern war nämlich bei dem langsamen Erkalten der dicken Roheisenmasse noch nicht erkaltet und ward durch das Ablöschen im Wasser plötzlich zum Erstarren gebracht.

Beispiel. Anfertigung des Scheibeneisens. Blatteln oder Platteln.

Rinman a. a. O. II. 689.

§. 146.

Das weiße Roheisen zeigt beim Glühen ein anderes Verhalten, als das graue. Wird es einer langsamen Glühhitze, unter Zutritt der Luft, ausgesetzt; so überzieht es sich ebenfalls mit Glühspan, verliert unter der Glühspandecke sein strahlig-blättriges Gefüge, seine Härte und seine weiße Farbe immer mehr und mehr, und bekommt eine körnige Textur mit grauer Farbe bei zunehmender Weichheit der Oberfläche. Die Sprödigkeit nimmt ab, es wird dehnbar und nähert sich in seinem Verhalten dem Stahl. Diese Veränderung wird beschleunigt, wenn das Roheisen mit lockeren unschmelzbaren Substanzen umgeben wird, welche das unmittelbare Zudringen der Luft abhalten, in ihren

Zwischenräumen aber selbst noch etwas Luft enthalten, oder den schwachen Zutritt der Luft doch nicht gänzlich verhindern können. Aber auch selbst bei einem völlig abgehaltenen Luftzutritt erleidet dies weiße Roheisen in der anhaltenden Glühhitze jene Veränderungen in der Textur, Farbe und Härte, nur daß die Veränderungen sehr viel langsamer eintreten. Sogar das Kohlenpulver, welches doch alle hinzutretende Luft von dem Roheisen abhalten und dieselbe absorbiren würde, bringt ebenfalls diese Wirkung hervor; Reißblei thut bessere Dienste; noch bessere aber gebrannter Kalk, feuerfester Thon, Gallmei, Asche, ganz besonders Knochenasche. Alle diese Zusätze haben vorzüglich den Zweck, die Entstehung des vielen Glühspans zu verhüten. Das graue Roheisen, eben so behandelt, erleidet diese Veränderungen weit weniger, besonders wenn Kohlenstaub zu der lockeren Decke angewendet wird.

Rinman a. a. O. II. 555—582. 730—736.

§. 147.

Ist das weiße Roheisen, entweder ganz unbedeckt, oder, mit einer solchen lockeren Decke versehen, sehr lange Zeit der langsamen Glühhitze ausgesetzt gewesen; so wird es in einem weit höheren Grade strengflüssig. War die Glühhitze aber nicht stark, oder nicht anhaltend genug, so ist die Veränderung nicht beträchtlich, und erstreckt sich nur auf die Oberfläche. Verstärkt man den Hitzgrad nun schnell, so kommt der innere Roheisenkern, welcher die Veränderung noch nicht erfahren hat, in Fluß, und die äußere Glühspandecke, unter welcher sich eine geschmeidige Stahlhaut befindet, bleibt als eine leere, hohle Hülle stehen. Das ausgeflossene Roheisen zeigt ein sehr verschiedenes Verhalten. War es vorher sehr lange der Glühhitze ausgesetzt, so fließt es sehr matt und dick, hat beim Erkalten

ein körniges Gefüge, eine lichtgraue Farbe, ist weich und ziemlich dehnbar, oder nähert sich in seinen Eigenschaften dem schlechten Stahl. In diesem Zustande hat es aber eine so geringe Flüssigkeit, daß es in der gewöhnlichen Roheisenschmelzhitze nicht mehr tropfbar-flüssig wird. Ward es aber schnell bis zur Schmelzhitze gebracht, so daß es wenig Glühspan ansetzen konnte; so fließt es dünner, und behält beim Erkalten sein strahliges Gefüge, seine Härte und seine weiße Farbe. Dieß Letztere geschieht auch, wenn es ohne allen Luftzutritt (in Tiegeln) oder zwischen Kohlen (in niedrigen Oefen oder in Heerden) in schwacher Hitze umgeschmolzen wird. Es kommt dann weit früher in Fluß, als das strengflüssigere graue Roheisen. Wird es in diesem Zustande dem starken Luftstrome ausgesetzt; so verschlackt es sich nach und nach gänzlich; bei einem schwachen Luftzutritt erleidet es die beim grauen Roheisen (§. 144.) bemerkten Veränderungen weit schneller, oder es wird weit früher geschmeidig, hat dann aber immer mehr Neigung, die Eigenschaften des Stahls, als die des Stabeisens anzunehmen.

Notice sur un fait observé à la fonderie de Verneuil; im Journ. des mines, Nr. 6. p. 38—40.

§. 148.

Weil das weiße Roheisen, welches nicht durch plötzliche Abkühlung aus dem grauen (§. 145.) entstanden ist, beim Umschmelzen immer wieder weiß wird, so ist man zeither der Meinung gewesen, daß das unmittelbar aus den Hohenöfen erhaltene weiße Roheisen sich gar nicht in graues verwandeln lasse. Das ist aber wirklich der Fall, wenn die Schmelzung in einer möglichst hohen Temperatur geschieht, und wenn die Erstarrung möglichst verzögert wird. Das weiße Roheisen ändert sich nicht allein beim Umschmelzen

schmelzen in Schachtöfen, wenn nur die Temperatur sehr hoch gehalten wird, sondern auch beim Schmelzen in Tiegeln, sowohl in Kohlen- als in Thon-Tiegeln, in graues Roheisen um. Nur dann findet diese Umwandlung nicht statt, wenn die Temperatur nicht viel höher gewesen ist als das weiße Roheisen zum Flüssigwerden erforderte, und wenn die Abkühlung des flüssigen Roheisens zu schnell erfolgt. Alles weiße Roheisen, das Spiegeleisen nicht ausgenommen, läßt sich auf diese Weise, durch Umschmelzen in Thontiegeln, in das dunkelste graue Roheisen verwandeln. Sogar die luckigen Flossen (§. 48.) werden durch Schmelzen in Thontiegeln, bei starker Hitze und langsamer Erstarrung, in graues Roheisen umgeändert.

Stengel; über die Bildung des Graphit. Archiv f. Bergbau XV. 177 u. f.

§. 149.

Der eigentliche Unterschied im Verhalten zwischen dem grauen und dem weißen Roheisen in der Glüh- und Schmelzhitze besteht also darin, daß das graue Roheisen nicht so leicht Glühspan ansetzt, daß es seine roheisenartige Natur beim Glühen weit länger behält, daß es in der bloßen Glühhitze poröse wird und keine bedeutend größere Flüssigkeit als vor dem Glühen erhält, welche Porosität durch lockere Decken nicht verhindert, durch Kohlenstaub sogar noch befördert wird, daß es im flüssigen Zustande weit flüssiger ist, daß es seine Eigenschaften vor und nach dem Umschmelzen unverändert beibehält, wenn es im flüssigen Zustande nicht plötzlich abgekühlt wird, und daß es zum völligen Geschmeidigwerden längere Zeit und stärkere Einwirkung der Luft erfordert; wogegen das weiße Roheisen weit schneller zum Glühen kommt, eher Glühspan ansetzt, seine Roheisennatur beim Glühen weit früher verliert, in

der Glühhitze unter der Glühspandecke weich, körnig und stahlartig wird, wobei die Entstehung des Glühspans durch lockere Decken beträchtlich vermindert wird, und im erweichten Zustande nur einer sehr schwachen Einwirkung der Luft bedarf, um einen hohen Grad von Geschmeidigkeit zu erlangen. Wird es sehr schnell zum Schmelzen gebracht; so behält es zwar seine Roheisennatur, fließt dann auch sehr dünn, verdickt sich aber bei abnehmender Temperatur sehr schnell, und behält dann beim Erkalten auch seine Härte, Textur, Farbe und Sprödigkeit. Wird ein solches flüssiges, weißes Roheisen in Formen gegossen, so nimmt die Sprödigkeit so zu, daß die gegossenen Stücken mehrentheils noch vor dem Erkalten zerspringen. Wird dagegen beim Schmelzen eine sehr starke Hitze angewendet und die schnelle Abkühlung beim Erstarren vermieden, so verliert es sein Gefüge, seine Härte, Sprödigkeit und weiße Farbe, und wird körnig, weich, geschmeidig und bekommt eine graue Farbe, oder es ändert sich vollkommen in graues Roheisen um.

§. 150.

Obgleich es also möglich ist, das graue sowohl als das weiße Roheisen, durch die Einwirkung der Luft bei höherer Temperatur, in den Zustand der Geschmeidigkeit zu versetzen; so ist doch das Verhalten beider Roheisenarten sehr verschieden. Das graue wird sich in der bloßen Glühhitze unter der Glühspan-, oder unter einer anderen lockeren Decke wenig verändern, und sich nur sehr langsam zu einer porösen Masse umändern, welche zwar ebenfalls stahlartige Eigenschaften besitzt, aber an Festigkeit nicht bedeutend gewonnen hat. Das weiße erleidet dagegen in seiner ganzen Natur eine wesentliche Veränderung: es wird weich, körnig, vertauscht die weiße Farbe mit einer lichtgrauen, und

bekommt einen solchen Grad von Geschmeidigkeit, daß es sich zusammenhängend ausrecken läßt. — In den Zustand der Flüssigkeit versetzt, wird das graue Roheisen sich nur sehr langsam bleichen; es bleibt länger flüssig, und erfordert eine stärkere Einwirkung der Luft, wogegen das weiße Roheisen sich bei einem weit geringeren Luftstrome schneller verdickt und Geschmeidigkeit erlangt, aber dabei auch nicht weniger Glühspan ansetzt, oder stärkeren Abbrand erleidet als das graue Roheisen.

Beispiel. Braten des Scheibeneisens.

§. 151.

Es ist fast unmöglich, die Uebereinstimmung zu verkennen, welche zwischen dem gehärteten und dem nicht gehärteten Stahl, und zwischen dem weißen und dem grauen Roheisen in der Glüh- und Schmelzhitze statt findet. Der gehärtete Stahl wird weich und bekommt eine dunkle Farbe, wenn er nach dem Glühen langsam erkaltet; das weiße Roheisen verhält sich genau eben so, nur daß die Erscheinungen noch viel auffallender sind. Der nicht gehärtete Stahl wird durch plötzliches Erkalten nach dem Glühen hart, spröde und bekommt eine weiße Farbe; das graue Roheisen zeigt diese Erscheinungen beim Ablöschen nach dem Glühen zwar ebenfalls, jedoch nicht so auffallend, als wenn die Hitze bis zum Flüssigwerden verstärkt und eine schnelle Abkühlung des geschmolzenen Roheisens vorgenommen wird. Das weiße Roheisen bleibt weiß, wenn es nach dem Schmelzen schnell erkaltet; das graue wird weiß, wenn man die Erstarrung beschleunigt. Das graue Roheisen bleibt grau, wenn es langsam erstarrt; das weiße wird grau, wenn die Erstarrung verzögert wird. Eben so bleibt der gehärtete Stahl hart, weiß und spröde, wenn er nach dem Glühen schnell abgekühlt wird, und der

ungehärtete Stahl behält seine Weichheit und seine dunkle Farbe, wenn man ihn nach dem Glühen langsam erkalten läßt. Der gehärtete Stahl und das weiße Roheisen, so wie der nicht gehärtete Stahl und das graue Roheisen, verhalten sich also auf ganz gleiche Weise, nur daß die Erscheinungen dem Grade nach verschieden sind.

§. 152.

Aus dem eben untersuchten Verhalten des Roheisens in der Schmelzhitze geht schon hervor, daß sich das graue Roheisen zum Umschmelzen weit besser eignet als das weiße, in so fern es weit dünner fließt und weniger Abgang durch den Glühspan erleidet, auch durch das Zudringen der Luft weit weniger geändert wird, als dieses. Beim Umschmelzen des Roheisens ist es daher nothwendig:

1) den Zutritt der Luft so viel als möglich zu vermeiden;
2) das Roheisen so schnell als möglich bis zum Schmelzen zu erhitzen, und es der Glühhitze vor dem Schmelzen nicht zu lange auszusetzen, wenn der Luftstrom von dem glühenden Eisen nicht ganz sollte abgehalten werden können;
3) graues Roheisen zum Umgießen anzuwenden, theils weil es wegen seiner Dünnflüssigkeit die Formen besser ausfüllt, und nicht so plötzlich erstarrt, theils weil es sich mit weniger Abgang umschmelzen läßt, theils weil es festere und weichere Gußwaaren giebt, als das weiße Roheisen, welches beim Umgießen seine Sprödigkeit und Härte behält, indem zur Umwandlung desselben in weiches graues Roheisen eine sehr hohe Temperatur und eine anhaltende Hitze erforderlich sind, wodurch der Erfolg unsicher und ungewiß wird, des größeren Zeit- und Brennmaterialien-Auf-

wandes nicht einmal zu gedenken. Die weitere Ausführung und die Ausnahmen von dieser Regel können erst in der Folge betrachtet werden.

Geschieht das Umschmelzen des Roheisens in Tiegeln, so kann man diese bedecken, und hat dann den Zutritt der Luft eben nicht sehr zu fürchten. Unter einer künstlichen Glasdecke behält das Roheisen in den Tiegeln seine Eigenschaften und seine Dünnflüssigkeit noch vollkommener. Wird das Roheisen zwischen Kohlen umgeschmolzen, so ist eine schwache Hitze sehr nachtheilig, weil das Roheisen dem Windstrome zu sehr ausgesetzt wird, und sich zu sehr verändert, weshalb in diesem Falle auch ein starker Abgang stattfindet. Beim Umschmelzen bei Flammenfeuer sind die Folgen einer langsamen und schwachen Hitze noch auffallender; die Glühspanhülle wird nicht allein sehr stark, und veranlaßt dadurch einen beträchtlichen Verlust durch Verschlackung, sondern das graue Roheisen kann bei einer anhaltend schwachen Hitze wohl ganz mürbe werden (§. 150.); und wenn es dann endlich zum Fließen kommt, so fließt es dick und mit rother Farbe, ist auf dem Bruche beim Erkalten schwarz und mehr schuppig als körnig, besitzt viel Geschmeidigkeit, aber durchaus keine Festigkeit, sondern die einzelnen Schuppen scheinen nur dehnbar zu seyn, ohne einen Zusammenhang mit einander zu haben. Würde die schwache Glühhitze noch länger fortgesetzt; so würde es endlich ganz unmöglich werden, das Roheisen zum Fließen zu bringen, und es würde schon im glühenden Zustande ein sandiges, unzusammenhängendes, trockenes Pulver zu bilden scheinen. Ist es dagegen schon eingeschmolzen, so kann das lange Stehen im Bade zwar einen größeren Aufwand an Brennmaterial und einigen Eisenverlust verursachen; allein das graue Roheisen erhält dann, bei zunehmender lichterer Farbe, immer mehr Festigkeit, Zähigkeit und Weichheit im

erkalteten Zustande. Weißes Roheisen muß beim Umschmelzen im Flammenfeuer, so viel als möglich, ganz vermieden werden, weil es auch im günstigsten Falle, d. h. wenn es sehr schnell eingeschmolzen werden kann, viel Abgang und ein hartes, sprödes Produkt giebt, im ungünstigeren Falle aber den Abgang in einem hohen Grade steigert, und die Formen schlecht ausfüllt.

§. 153.

Weil aber auch selbst das ganz graue Roheisen seine Natur mehr oder weniger ändert, wenn es mehr oder weniger plötzlich zur Erstarrung gebracht wird (§. 145.); so bekommen sehr häufig die aus dem weichsten und grauesten Roheisen angefertigten Gußwaaren, vorzüglich wenn sie keine beträchtliche Dicke haben, oder wenn sich das fließende Roheisen in der Form leicht abschrecken kann, eine Härte und Sprödigkeit, als wenn sie aus weißem Roheisen gegossen worden wären. Für das äußere Ansehen ist dies zwar nicht nachtheilig, im Gegentheil wohl vortheilhaft, weil das weiße Roheisen dichter ist, glattere Flächen hat, und daher auch leichter Politur annimmt, als das graue; allein die Haltbarkeit der Gußwaaren leidet nicht allein darunter, sondern sie bekommen dadurch auch eine Härte und Sprödigkeit, welche das graue Roheisen nicht hat, und wodurch sie in manchen Fällen zur Bearbeitung mit der Feile, mit dem Meißel, Bohrer ꝛc. unfähig werden. Man hat daher Mittel aufgesucht, den Gußwaaren, welche aus zu hartem und zu sprödem Roheisen bestehen, mehr Weichheit und Festigkeit mitzutheilen; vorzüglich hat Reaumur über das Adouciren oder Temperiren der Gußwaaren außerordentlich viele Versuche angestellt. Durch das bloße Glühen würde man unbezweifelt zu viel ausrichten, weil dadurch zur Entstehung des Glühspans zu sehr Veranlassung gege-

ben werden würde. Deshalb glüht man die zu adoucirenden Gußwaaren zwischen lockerem Kohlenfeuer, oder man überzieht sie mit Lehm, den man (um ihm Lockerheit zu geben) Kuhmist u. dgl. beigemengt hat, und glüht sie dann. Reaumur empfiehlt ganz besonders einen Ueberzug von Reißblei; wogegen Rinman von der Birkenasche eine bessere Wirkung erwartet. Reaumur legte auf die Kunst, das Roheisen zu erweichen, einen sehr hohen Werth, weil er glaubte, einen großen Theil der Waaren, welche jetzt aus Stahl und Stabeisen gemacht werden müssen, aus Roheisen anfertigen zu können. Indessen zeigten sich bei der Ausübung dieser Methode manche Schwierigkeiten, vorzüglich weil das graue Roheisen dadurch nur mürbe und nicht fest geschmeidig wird, das weiße Roheisen aber bei unrichtiger Behandlung zugleich so viel Glühspan ansetzt, daß manche Gußwaaren dadurch unbrauchbar werden, so daß von der Kunst des Adoucirens des Roheisens nur sehr wenig Gebrauch gemacht worden ist. In gewissen Fällen, wo es nämlich darauf ankommt, die Oberfläche des Roheisens zu erweichen, und es zur Bearbeitung mit Werkzeugen geschickter zu machen, oder den Gußwaaren einen Theil ihrer Sprödigkeit zu benehmen, ist das Glühen unter lockeren Decken, selbst unter trockenem und rein gewaschenem reinem Kiessand, sehr zu empfehlen.

Rinman a. a. O. §. 117. Ueber Umwandelung der Gußeisengeräthe in stabeiserne; Kastner's deutsch. Gewerbsfr. B. I. H. 1. u. H. 3. S. 303.

Reaumur nouvel art d'adoucir le fer fondu, et de faire des ouvrages de fer fondu aussi fines que de fer forgé. Paris 1722. — Swedenborg, de ferro 225—237. — Extrait du Rapport fait à la Société d'Encouragement, sur le prix de 3000 Frc. donné à Mrs. Baradella et Déodor, pour la fabrication de divers objets de petite dimension en fonte

de fer adouci. Par G. de Laumont. Annales des Mines IV. 159—164. — Bulletin de la Soc. d'Encouragement. XVII. 283.

§. 154.

Wenn durch das Adouciren des Roheisens nichts weiter erreicht werden soll, als den Gußwaaren, welche aus grauem Roheisen angefertigt sind, die Sprödigkeit zu benehmen, welche sie durch das Abschrecken des Roheisens in der Gußform (§. 153.) erhalten haben; so genügt es allerdings, sie mit irgend einem Ueberzuge zu versehen, oder zwischen Kohlenpulver, Kreide, Knochenasche, Blutsteinpulver u. s. f. zu legen und dann auszuglühen. Die Glühhitze muß jedoch beträchtlich stark seyn und ziemlich lange gegeben werden, weil sonst die erwartete Wirkung nicht eintritt. Dadurch erlangt man aber nur, daß sich das auf der Oberfläche des Gußstücks in weißes oder in halbirtes Roheisen veränderte, graue Roheisen wieder erweicht und daß es die Sprödigkeit verliert. Verlangt man dagegen, daß das Gußstück, außer der Weichheit, auch noch Geschmeidigkeit und einen höheren Grad von Festigkeit erhalten soll; so läßt sich dieser Zweck durch die Anwendung von grauem Roheisen nur unvollkommen erreichen. Statt einer weichen, geschmeidigen und festen Gußwaare, würde man eine weiche, geschmeidige und poröse Masse erhalten, welche den Schlägen, Stößen u. s. f. nicht bedeutend stärker widersteht, als das gewöhnliche graue Roheisen, welches durch Abschrecken nicht spröde geworden ist. Dieser Grad von Festigkeit genügt aber nicht, wenn Sachen, welche einen gewissen Grad von Festigkeit verlangen, den man ihnen durch eine größere Eisenstärke nicht füglich ertheilen kann, aus Roheisen angefertigt werden sollen. Um daher solche Sachen, welche man, wegen der nöthigen Festigkeit, aus Stabeisen oder aus Stahl anzufertigen pflegt, aus

Roheisen darzustellen, z. B. Messer, Scheeren, Nägel, Hufeisen u. s. f.; wird man sich des weißen Roheisens bedienen, und dieses durch Glühen oder Adouciren weich machen und ihm die Festigkeit ertheilen müssen, welche das graue Roheisen auf solchem Wege nicht vollständig erlangen kann.

Das weiße Roheisen bekommt durch das Glühen unter abgehaltenem Luftzutritt völlig stahlartige Eigenschaften. Die Farbe wird matt, der Bruch körnig, und das nun weich gewordene Eisen läßt sich durch Erhitzen und Ablöschen so sehr härten, daß die Feile es nicht angreift. Geglüht erlangt es wieder die weiche Beschaffenheit und es ist überhaupt zwischen dem adoucirten weißen Roheisen und dem ungehärteten weichen Stahl kein anderer Unterschied, als daß der Stahl eine größere Festigkeit besitzt. — Das Gewicht des weißen Roheisens bleibt beim Glühen unverändert; nur bei der Anwendung von Blutsteinpulver und von Kreide findet wirklich einiger Gewichtsverlust statt.

Die Erfahrung zeigt, daß mäßige und sehr lange fortgesetzte Hitze, keinesweges bessere Dienste beim Adouciren leistet, als eine sehr starke Hitze, die nur nicht so sehr gesteigert werden darf, daß das Eisen in Fluß geräth. Die Hitze muß um so stärker und um so anhaltender seyn, je dicker die Stücken sind, welche adoucirt werden sollen.

Rother Eisenkalk bringt eine schnellere Wirkung hervor, als irgend ein anderes Adoucirungsmittel. Aber durch Blutsteinpulver sowohl als durch Kreide scheint zu viel ausgerichtet zu werden, weil das Roheisen ein sehr grobes Korn, als Folge einer zu starken Einwirkung jener Körper erhält. Das beste Adoucirungsmittel scheint ein Gemenge von Knochenasche mit Kohlenpulver zu seyn. Man kann dies Gemenge eigentlich kein Adoucirungsmittel nennen, weil die Glühhitze selbst das Mittel ist, durch welches jene

Veränderung in dem weißen Roheisen hervorgebracht wird. Die Knochenasche scheint bloß dazu zu dienen, dem lockeren Kohlenpulver etwas mehr Dichtigkeit zu geben. Es ist nicht daran zu zweifeln, daß man in der Folge einen häufigeren Gebrauch von dem Adouciren des weißen Roheisens machen wird, als bisher geschehen ist.

Das aus alten Stahl- und Stabeisen-Abgängen, mit Zusatz von Kohlenpulver, im Tiegel geschmolzene Eisen, giebt ein weißes Roheisen, welches sich zu Gußwaaren, die durch Adouciren geschmeidig, weich und fest werden sollen, ganz besonders eignet. — Auch dasjenige halbirte Roheisen, in welchem keine scharfe Absonderung des Graphit von der übrigen Roheisenmasse deutlich zu erkennen ist, eignet sich zum Adouciren.

Eisen und Sauerstoff.

§. 155.

Bei der Betrachtung des Verhaltens des Eisens in der Hitze war es ganz unvermeidlich, den Einfluß zu übergehen, den die Luft auf das glühende oder auf das geschmolzene Eisen äußert, weil sich die Verschiedenheit der Eisenarten durch ihr verschiedenes Verhalten in den höheren Graden der Temperatur, mit und ohne Luftzutritt, am deutlichsten ausspricht. In einer niedrigen Temperatur hat die Luft, in so fern sie von aller Feuchtigkeit frei ist, keinen Einfluß auf das Eisen; erst in der höheren Temperatur macht der Sauerstoff seinen Einfluß geltend. Daß die Anlauffarben (§. 114.) durch eine Verbindung des Sauerstoffs mit Eisen entstehen, ist wohl nicht zu bezweifeln: von welcher Art aber diese Verbindung sey, läßt sich nicht angeben, weil die Farben sich nur wie ein Hauch über der Oberfläche verbreiten und keiner chemischen Untersuchung unterworfen werden kön-

nen. Ist vor dem Eintreten des Rothglühens alle Farbe auf der Oberfläche des Eisens wieder verschwunden, so fehlt ihm doch das metallische Ansehen, und es zeigt dieselbe graue Hülle, mit welcher alles Eisen nach dem Erkalten auf der Oberfläche bedeckt ist. Ob diese Hülle, so wie die Häutchen, welche die Anlauffarben bilden, auf eine besondere Oxydationsstufe hinweisen, muß unentschieden bleiben, weil diese dünnen Häutchen sich aller chemischen Prüfung entziehen, indem es unmöglich ist, sie von der Eisenmasse zu trennen. Eben so wird es überaus schwierig seyn, den Grund der Veränderungen, welche das Eisen beim Glühen unter gewissen Umständen (wenn es unter einer Glühspandecke dem Windstrome in der stärksten Schweißhitze lange Zeit ausgesetzt bleibt) in seinen Eigenschaften erleidet, indem es dadurch brüchig und mürbe wird, vollständig nachzuweisen, und zu erforschen, ob dabei wirklich eine Aufnahme von Sauerstoff statt findet. Die gelben und blauen Flächen, welche das sogenannte verbrannte Eisen auf dem frischen Bruche zeigt, haben ganz die Farbe, welche die Oberfläche des Eisens beim Anlaufen in dem zweiten Anlaufhitzgrade zu bekommen pflegt. Daß dies verbrannte Eisen durch sogenannte saftige Hitzen, nämlich durch Ertheilung der Schweißhitze bei völliger Vermeidung des Luftzutritts, wieder verbessert werden kann, und, wenn es vorher von guter Natur war, durch das bloße Ausschweißen wieder fest, derb und gutartig wird, scheint jene Vermuthung noch mehr zu bestätigen. Zu berücksichtigen ist ferner die Erfahrung, daß alles Stabeisen, welches der heftigsten Schweißhitze lange Zeit unter einer Glas- oder Schlackendecke, welche allen Zutritt der Luft gänzlich verhinderte, ausgesetzt war, nichts von seiner Eigenschaft verliert; wogegen das Stabeisen, welches dem Luftstrome nicht gänzlich entzogen wird, sondern Glühspan ansetzen, und sich durch die Glüh-

spanrinde gegen das gänzliche Verbrennen oder Umändern zu Glühspan schützen muß, beständig brüchig und mürbe wird, weil die Glühspanrinde, so wie jede andere lockere Decke, die Luft nicht gänzlich abhalten kann. Diese Erfahrungen scheinen darauf hinzudeuten, daß die schlechte Beschaffenheit, welche das Eisen beim Verbrennen erhält (§§. 126. 130.), eine Folge von den Veränderungen seines Gefüges sind, mit welchen eine Oxydation der Oberflächen der sich bildenden Façetten verbunden ist, woraus sich dann die verminderte Festigkeit des verbrannten Eisens und seine veränderte Farbe leicht erklären lassen würden.

§. 156.

Sobald das Eisen dem unmittelbaren Zutritte der Luft in der höheren Temperatur (nämlich von dem ersten Glühgrade an, bis zur vollkommensten Schweiß- und Schmelzhitze) ausgesetzt wird, zeigt sich die augenblicklich entstehende Verbindung des Eisens mit dem Sauerstoffe deutlicher und bestimmter. Der Glühspan, Hammerschlag oder Schmiedesinter, (§. 125.) ist eine solche Verbindung des Eisens mit Sauerstoff, auf einer bis jetzt noch nicht mit Bestimmtheit ausgemittelten Stufe der Oxydation.

§. 157.

Die bekannte niedrigste Oxydationsstufe des Eisens, oder des Eisenoxydul, ist bis jetzt noch niemals in einem freien und ungebundenen Zustande in der Natur angetroffen worden. Es läßt sich nur künstlich, und auch dann selten rein darstellen, weil es gewöhnlich mit kleinen Antheilen von Eisenoxyd verunreinigt ist. Ziemlich rein soll man es nämlich erhalten können, wenn reguliniſches Eisen, in glühenden Röhren eingeschlossen, durch Wasserdämpfe

zersetzt wird. Dies ist das Verfahren, welches Hr. Bucholz anwendete. Das so dargestellte Oxydul hat eine schwarze Farbe, einen starken Glanz und schmelzt in einer hohen Temperatur zu einer porösen, schwarzen und glänzenden Masse, welche mehr dem Email als dem Glase ähnlich ist. — Hr. Stromeyer hat das reine Eisenoxydul kürzlich auf eine andere Weise, nämlich durch Reduktion des rothen Eisenoxyd vermittelst des Wasserstoffgases, in einem Hitzgrade, welcher die Rothglühhitze noch nicht erreicht, darzustellen gelehrt. Wenn die Hitze bis zum Glühen verstärkt wird, so mißlingt die Operation, weil die Desoxydation dann schon bis zur Entstehung von reguliniſchem Eisen vorschreitet. Dies Oxydul ist völlig rein von Oxyd und besitzt eine dunkelschwarzblaue Farbe, die bei auffallendem Licht fast völlig schwarz erscheint. Dem Glase theilt es eine blaue Farbe mit. An der freien Luft entzündet es sich in der gewöhnlichen Temperatur sehr leicht und verwandelt sich dabei wieder in rothes Oxyd. — Dies ist auch das einzige, bis jetzt bekannte Verfahren, ganz reines Eisenoxydul zu bereiten; denn so sehr allgemein dieser Körper auch in der Natur angetroffen wird, so scheint er doch für sich gar nicht bestehen zu können, sondern sogleich eine Verbindung mit mehr Sauerstoff, oder mit Säuren, mit anderen Oxyden, oder auch nur mit Wasser eingehen zu müssen. Nach Hn. Berzelius verbinden sich 100 Theile reguliniſches Eisen mit 29,47 Theilen Sauerstoff, um Eisenoxydul zu bilden; oder dieser Körper ist aus 77,23 Eisen und 22,77 Sauerstoff zusammen gesetzt. Es ist als bekannt vorauszusetzen, daß Hr. Berzelius das Eisenoxydul als eine Verbindung von 1 Mischungsgewicht Eisen mit 2 Mischungsgewichten Sauerstoff ansieht.

§. 158.

Den Glühspan, nämlich die Rinde, mit welcher sich

das Eisen in der Glühhitze, bei einem nicht gehemmten Zutritt der atmosphärischen Luft, überzieht, hat man lange Zeit für wirkliches Eisenoxydul gehalten. Neuere Untersuchungen haben aber gezeigt, daß sich auf diesem Wege kein Eisenoxydul bildet und daß sich das Eisen im Glühspan in einem Zustande der Oxydation befindet, welcher bis jetzt noch nicht ganz genau bekannt ist. Hr. Berthier, welcher Glühspan von mehreren Eisenhüttenwerken untersucht hat, ist der Meinung, daß der Glühspan ein eigenthümliches, aus 3 Mischungsgewichten Eisen uud 7 Mischungsgewichten Sauerstoff zusammengesetztes Oxyd bildet, welches also aus 74,6 Eisen und 25,4 Sauerstoff bestehen würde. Wollte man diesen Oxydationszustand nicht für einen eigenthümlichen gelten lassen, so könne man ihn, bemerkt Hr. Berthier, auch für ein Gemisch von 2 Mischungsgewichten Eisenoxydul mit 1 Mischungsgewicht Eisenoxyd ansehen; denn in 64,2 Eisenoxydul und in 35,8 Eisenoxyd befinden sich ebenfalls 74,6 Eisen und 25,4 Sauerstoff.

Hr. Mosander hat dagegen erwiesen, daß der Glühspan gar kein gleichartig zusammengesetzter Körper ist, sondern daß derselbe aus zwei über einander liegenden parallelen Schichten besteht, von denen die äußere mehr Sauerstoff enthält, als die innere, der reguliniſchen Eisenmasse zugekehrte Schicht. In beiden Schichten ist aber das Verhältniß des Sauerstoffs zum Eisen nicht gleich bleibend, sondern die Sauerstoffmenge nimmt in beiden in demselben Verhältniß zu, als das Eisen der Glühhitze unter Luftzutritt längere Zeit ausgesetzt bleibt und die Glühspanrinde dicker wird. Die innere Schicht läßt Hr. Mosander aus 75,2573 Eisen und 24,7425 Sauerstoff, und die äußere aus etwa 73 Eisen und 27 Sauerstoff zusammengesetzt seyn.

Aus diesen Untersuchungen ergiebt sich unbezweifelt, daß die Dicke der Glühspanrinde einen wesentlichen Ein-

fluß auf ihre Zusammensetzung hat, und daß die letztere theils nach der Dicke der ganzen Kruste, theils nach den Umständen, unter welchen sie gebildet ward, sehr verschieden seyn wird. Bei sehr dicken Glühspanrinden wird man daher auch wohl mehr als zwei parallele und über einander liegende Schichten unterscheiden können. Ein in schneller und starker Hitze gebildeter Glühspan kann ganz anders zusammen gesetzt seyn, als derjenige, welcher in schwacher und langsam wirkender Hitze erzeugt worden ist. Auch wird es von großem Einfluß auf die Zusammensetzung seyn, ob die Glühhitze ununterbrochen oder periodenweise auf das sich oxydirende Eisen gewirkt hat. Die Zunahme des Sauerstoffgehaltes in der äußeren Rinde des Glühspans ist eine nothwendige Folge der Einwirkung des Sauerstoffs auf das glühende Oxyd, welches sich ursprünglich bildete und woraus wahrscheinlich die ganz dünnen Blättchen von Hammerschlag bestehen, welche noch keine weitere Veränderung erlitten haben. Woraus aber dieser, ursprünglich sich bildende und durch die weitere Einwirkung der atmosphärischen Luft in der Glühhitze noch nicht veränderte Glühspan zusammengesetzt ist; darüber geben die Untersuchungen der Herren Berthier und Mosander keinen weiteren Aufschluß, als daß dies Oxyd wirklich kein Oxydul, sondern ein aus Oxydul und Oxyd zusammengesetztes oxydirtes Eisen ist. Ob dies Oxyd aber auf 2 Mischungs-Gewichten Oxydul und 1 M. G. Oxyd, oder ob es, wie Hr. Mosander glaubt, aus 3 M. G. Oxydul und 1 M. G. Oxyd zusammengesetzt ist, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Gewiß scheint es aber zu seyn, daß der Glühspan ein ganz eigenthümliches zusammengesetztes Oxydul-Oxyd bildet, wie es in der Natur bisher noch nicht angetroffen worden ist. Nur wenn sich der von Hn. Berthier gefundene Oxydationszustand bestätigen sollte, würde

der ursprünglich sich bildende Glühspan als eine eigenthümliche Oxydationsstufe des Eisens betrachtet werden können; aber bei der von Hn. Mosander gefundenen Zusammensetzung, würde eine solche Ansicht unstatthaft seyn.

§. 159.

Der Glühspan bleibt in der stärksten Hitze, welche die Schmelzhitze des Roheisens übertrifft, ganz unverändert und sintert nur zu einer porösen emailleartigen Masse zusammen. Wird er aber in Thontiegeln geschmolzen, oder kommt er auf andere Weise mit Kieselerde in Berührung, so wird er leichter flüssig nnd bildet, unter gewissen Verhältnissen beider Körper zu einander, eine mehr oder weniger vollständig verglaßte, schwarze Masse, die sogenannte Hammerschlacke (Frischschlacke, Eisenschlacke), welche sich in ihren chemischen Bestandtheilen vom Glühspan durch einen Gehalt von Kieselerde unterscheidet, weshalb sich die Schlacke weit schwerer als der Glühspan reduciren läßt, obgleich sie ungleich leichtflüssiger ist als dieser, und bei einem gewissen Verhältniß von Kieselerde sogar ein sehr leichtflüssiges schwarzes Glas bildet.

§. 160.

Wird der Glühspan aber, unter fortdaurendem Luftzutritt in einer anhaltenden Glühhitze lange erhalten und dabei oft umgerührt, so verwandelt er sich nach und nach in ein dunkelbraunes, hellbraunes, und endlich in ein bräunlich rothes Pulver, welches vollkommener Eisenkalk oder Eisenoxyd, auch wohl unter dem Namen zusammenziehender Eisensafran (Crocus martis adstringens) bekannt ist. In diesem Zustande ist das Eisen mit der größten Menge Sauerstoff verbunden, welche es aufzunehmen fähig ist. Nach Hn. Berzelius sind darin 3 Mischungsgewichte Sauerstoff mit 1 M. G. Eisen vereinigt; 100 Theile Eisen nehmen nämlich 44,25 Sauerstoff auf,

oder das Eisenoxyd besteht aus 69,34 Th. Eisen und 30,66 Th. Sauerstoff.

Das Eisenoxyd ist, wie das Eisenoxydul, in allen drei Reichen der Natur sehr reichlich verbreitet, aber es kommt im Mineralreiche auch in einem völlig reinen Zustande und oft von solcher Härte vor, daß es mit dem Stahl Feuer giebt, weshalb es als Polirstein und Schmirgel angewendet wird.

Das Eisenoxyd bleibt in der Rothglühhitze, und, wie es scheint, auch in den ersten Graden der Weißglühhitze unverändert; in der stärksten Weißglühhitze entläßt es aber einen Theil Sauerstoff, und verwandelt sich bei anhaltender Weißglühhitze, besonders wenn es mit Kieselerde in Berührung kommt, völlig in Oxydul. Daher lassen sich nur leichtflüssige Glasflüsse mit dem unveränderten Oxyd verbinden. Diesen ertheilt es dann eine gelbe Farbe, wogegen das Oxydul die Gläser grün, braun und schwarz färbt, oder ihnen, wenn es in sehr geringer Menge vorhanden ist, eine blaue Farbe mittheilt.

§. 161.

Ehe man die Entdeckung machte, daß der Sauerstoff, oder der respirable Theil der atmosphärischen Luft, beim Verkalken des Eisens in der Hitze, an dasselbe tritt und sich mit dem Metalle zu dem sogenannten Eienkalk oder Eisensinter verbindet, wußte man sich die Erscheinung: daß das Eisen beim Verkalken sein absolutes Gewicht vermehrt, und daß der Eisenkalk umgekehrt durch die Reduktion zu Eisen sein absolutes Gewicht vermindert, nicht zu erklären. Die unter sich sehr verschiedenen Angaben über die eigentliche Größe dieser Gewichtsvermehrung, rühren von der verschiedenartigen Beschaffenheit des dargestellten Oxyds selbst her, denn obgleich das Stabeisen wirklich mehr Eisen enthält als der Stahl, und dieser mehr Eisen als das

Roheisen; so ist die Ausmittelung des eigentlichen Gehaltes an Eisen bei den drei Eisenarten auf die Weise, daß man sie vollkommen oxydirt und vom Gewichte des erhaltenen Oxyds auf den Eisengehalt des Stabeisens, Stahls oder Roheisens schließt, höchst unzuverlässig: theils weil die Veränderungen, welche die übrigen Bestandtheile der Eisenarten durch die Oxydation erleiden, unbekannt bleiben würden, theils weil dies der schwierigste Weg seyn würde, zur Bestimmung des Eisengehaltes zu gelangen. Außerdem können die abweichenden Angaben der früheren Schriftsteller über die Gewichtsvermehrung der verschiedenen Eisenarten beim Glühen oder Kalciniren, herbeigeführt durch den verschiedenen Gehalt der Eisenarten an wirklichem Eisen, nicht auf Genauigkeit Anspruch machen.

Rinman a. a. O. I. 348 u. f.

§. 162.

Noch jetzt sind die Chemiker nicht darüber einig, ob dem Eisen mehr als diese beiden Oxydationszustände zukommen. Bei der Bereitung des rothen Eisenoxyds aus dem Glühspan nimmt die Gewichtsvermehrung des ersteren stufenweise zu. Dies hat vorzüglich Berthollet bewogen, so viel verschiedene Oxydationsgrade des Eisens anzunehmen, als sich Gewichtsvermehrungen der ganzen Masse zwischen der niedrigsten und der höchsten Oxydationsstufe denken lassen. Andere Chemiker bemerken, daß das, was Berthollet Oxydationsstufen nenne, ein bloßes Gemenge des Oxyds mit dem Oxydul in unendlichen Verhältnissen sey, weil die ganze Masse des Oxyduls nicht mit Einem mal, sondern nur theilweise in Oxyd verwandelt werden könne. Dieser letzteren Ansicht von Proust, Bucholz, Berzelius sind jetzt alle Chemiker um so mehr beigetreten, als ein solches Verhalten bei der Verbindung eines Körpers mit einem anderen, überall von der Natur befolgt

wird, und man überall Verbindungen mit bestimmten Verhältnissen der Bestandtheile antrifft. Wenn aber auch das Vorhandenseyn der unendlich vielen Oxydationsstufen zwischen dem Oxydul, als der bekannten niedrigsten, und dem Oxyd, als der bekannten höchsten Oxydationsstufe des Eisens, sehr wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat; so ist dadurch doch eine andere Frage nicht entschieden, nämlich die: ob es überhaupt nur zwei Oxydationsgrade des Eisens giebt, von welchen sich Vermengungen in allen möglichen Verhältnissen denken lassen, oder ob wirklich noch bestimmte und eigenthümliche Oxydationsstufen des Eisens vorhanden sind, welche zwischen dem Oxydul und dem Oxyd einzureihen sind und nicht füglich als bloße Gemische jener beiden Oxyde betrachtet werden können. Einige Chemiker sehen wirklich den Glühspan als die zweite und das in der Natur vorkommende Eisenoxydul-Oxyd (Magnet Eisenstein) als die dritte Oxydationsstufe an, so daß das Oxydul aus 77,23 Eisen und 22,77 Sauerstoff, das zweite Oxyd (Glühspan) aus 74,6 Eisen und 25,4 Sauerstoff, das dritte Oxyd (Magnet Eisenstein) aus 71,785 Eisen und 28,215 Sauerstoff, und das vierte, nämlich das rothe Oxyd, aus 69,34 Eisen und 30,66 Sauerstoff bestehen soll. Sie gründen ihre Behauptung von der Eigenthümlichkeit jener beiden Oxydationszustände darauf, daß die Natur diese Verbindung beider Oxyde immer in einem gleich bleibenden Verhältniß beider zu einander liefert, welche Beständigkeit auf eine besondere Oxydationsstufe hindeute, und daß das dritte Oxyd auch als die Grundlage in manchen Eisensalzen angetroffen werde. Ist es gleich für die praktische Anwendung gleichgültig, ob diese Ansicht die richtige ist, oder ob die beiden intermediären Oxydationszustände des Eisens eben so wohl nur Gemische von Oxydul und Oxyd sind, als alle übrigen Eisenoxyde welche sich beim Kalciniren des Glühspans bil-

den; so sind diese Untersuchungen doch für die Theorie von großer Wichtigkeit, weshalb sie hier wenigstens eine Andeutung finden mußten: — Nach diesen verschiedenen Ansichten würde das Eisenoxydul aus 1 M. G. Eisen und 2 M. G. Sauerstoff (oder aus 3 M. G. Eisen und 6 M. G. Sauerstoff), der Glühspan aus 3 M. G. Eisen und 7. M, G. Sauerstoff (oder aus 2 M. G. Oxydul und 1 M. G. Oxyd), der Magneteisenstein aus 3 M. G. Eisen und 8 M. G. Sauerstoff (oder aus 1 M. G. Oxydul und 2 M. G. Oxyd), und das Oxyd aus 1 M. G. Eisen und 3 M. G. Sauerstoff (oder aus 3 M. G. Eisen und 9 M. G. Sauerstoff) bestehen; oder es würden 100 Theile Eisen in diesen vier Oxydationszuständen mit 29,47, mit 34,39, mit 39,3 und mit 44,25 Sauerstoff verbunden seyn.

§. 163.

Das Eisenoxydul ist magnetisch, und wird vom Magnet sehr stark angezogen; das Oxyd wird dagegen vom Magnet durchaus nicht gezogen. Das Gemenge von Oxydul und Oxyd ist wegen des Oxydulgehalts noch immer dem Magnet folgsam, wodurch die irrige Angabe entstanden ist, daß auch das Oxyd vom Magnet gezogen würde. Ueberhaupt hält es schwer, den Glühspan ganz vollkommen in Oxyd zu verwandeln. In der Natur kommen häufig Verbindungen des Oxyduls mit dem Oxyd in den Eisenerzen vor.

Proust über die Oxydationszustände des Eisens. Gehlens N. Journ. der Chemie VI. 408 u. f. — Thenard über die Oxydationszustände des Eisens, besonders des schwefelsauren. Ebendas. V. 600 u. f. — Bertholet über die Oxydationszustände des Eisens. Gehlens Journal für Chemie, Physik und Mineralogie I. 178 u. f. — Proust über die Oxydationsstufen der Metalle. Ebendas. III. 447. — Darso über die Oxydationszustände des Eiseus und den Magnetismus des Oxyds. Ebendas. III. 690. — Bu-

cholz über das quantitative Verhältniß des Sauerstoffs und des Eisens in den Eisenoxyden. Ebendas. 696 u. f. — Hassenfratz über den Sauerstoffgehalt des Eisenoxyds. Ebendas. VII. 693. — Bucholz über die Nichtexistenz des weißen Eisenoxyds. Ebendas. VII. 681 u. f. — Berzelius wichtige Abhandlung über die einfachen Verhältnisse, nach welchen die Bestandtheile der unorganischen Natur mit einander verbunden sind, ist in Gilberts Annalen der Physik XXXVII. nachzusehen. — Berzelius über den Magnetismus des Oxyds. Gilberts Neue Annalen der Physik VIII. 231. — Gay-Lussac über den dreifachen Oxydationszustand des Eisens. Gilberts neue Annalen, XII. 265 u. f. — Berzelius Widerlegung. Ebendas. 277 u. f. — Undersökning af Jernsinner, in den Jern Contorets Annaler VII. (1823) 81. — Berthier, über den Glühspan, im Archiv f. Bergb. u. Hüttenwesen. IX. 508 — Ueber die Zusammensetzung des Glühspans; von Mosander; Archiv u. s. f. XIII. 365. — Stromeyer über das Eisenoxydul. Archiv u. s. f. XIII. 376.

Eisen und Wasser.

§. 164.

Das Wasser wirkt, wenn es vollkommen rein und von aller Luft durch Auskochen befreit ist, nicht auf das Eisen. Diese Wirkung tritt erst in einer erhöheten Temperatur, etwa bei 80 Gr. Reaum. ein, obgleich auch dann die Zersetzung des Wassers nur langsam erfolgt.

Schneller und heftiger geschieht die Wirkung in der Glühhitze, indem sich das Eisen sogleich mit Glühspan überzieht, wenn es in glühendem Zustande mit Wasser begossen wird. Die Beschaffenheit des in der Hitze erzeugten Glühspans sowohl, als auch des Eisenoxyds, welches bei der Einwirkung des Wassers auf das Eisen in

der gewöhnlichen Temperatur entsteht, ist ungemein verschieden, aber immer als ein Gemenge von Eisenoxydul mit Oxyd zu betrachten. Nach den Untersuchungen des Hn. Gay-Lussac soll es indeß nicht möglich seyn, das Eisen durch Wasser bis zur höchsten Oxydationsstufe zu bringen, sondern nur zu derjenigen, in welcher 100 Theile Eisen etwa 37,8 Theile Sauerstoff aufnehmen, ein Verhältniß, welches dem, in welchem sich beide Substanzen in dem natürlichen Eisenoxydul Oxyd befinden, fast entspricht und daher auch für einen Beweis mehr für das Vorhandenseyn dieser intermediären Oxydationsstufe angesehen wird. — Von der Fähigkeit des Wassers, das Eisen zu oxydiren, macht man auch Anwendung, um das Eisenoxydul zum Gebrauch in den Apotheken darzustellen, weil das in der Glühhitze bereitete Eisenoxydul nicht fein und pulverartig genug seyn würde. Man nennt das auf diese Art bereitete Oxyd, welches ein sehr verschiedenartiges Gemisch von Oxydul mit Oxyd ist, nach dem Erfinder: Lemery's Eisenmohr (Aethiops martialis), und unterscheidet den A. m. humide oder frigide factus und den A. m. calide factus. Vorschriften zur Bereitung dieses Eisenkalkes, wozu gewöhnlich sehr reine Eisenfeile genommen wird, giebt es in großer Menge. — Jedes Eisenoxyd giebt durch Glühen mit Oelen oder anderen brennbaren Körpern ebenfalls Eisenmohr.

Scherer's Journ. d. Chemie VI. 643 VIII. 323. Macquer's chem. Wörterbuch, Art.: Eisenmohr u. f. f. Rinman a. a. O. II. 229. 356 u. f. — Sur l'oxidation du fer par le concours de l'air et de l'eau. Ann. de Chimie et de Physique XI. 40. — Archiv für Bergb. u. Hüttenwesen B. II. Hft. 1. 176. B. III. 237.

§. 165.

Daß das reine Wasser durchaus keine auflösende

Kraft auf das Eisen und auf seine Oxyde hat, ist von Westrumb gegen Landriani und Girtanner bewiesen Nur das Wasser, welches nicht von aller beigemengten Luft frei ist, vermag schon in der gewöhnlichen Temperatur das Eisen zu oxydiren, ohne jedoch etwas von dem Oxyd aufzulösen. Es ist also die gemeinschaftliche Wirkung der Luft und des Wassers, welche sich thätig zeigt.

Landriani vom Berlinerblau, 42. Girtanner in v. Crell's neuesten Entd. d. Chemie, XI. 3. und in dessen chem. Annalen, 1788. I. 195. Westrumb über die Auflöslichkeit des Eisens im bloßen Wasser, in dessen kleinen phys. = chem. Abhandlungen, III. 249 u. f.

§. 166.

Wenn man Eisenfeile oft mit frischem Wasser begießt, so geht die schwarze Farbe des Eisenkalks zuletzt in eine röthlichbraune über, oder das Eisen wird zuletzt vollkommen oxydirt. Trocknet man das auf diese Art erhaltene Oxyd und glüht es demnächst aus, so erhält man aus 100 Theilen desselben nach Berzelius 85, 3 Theile schönes, rothes, dem Magnet durchaus nicht folgsames Eisenoxyd, welches sich gänzlich wie das reine vollkommene Eisenoxyd verhält. Der beim Glühen entstehende Verlust von 14,7 Procent ist reines Wasser. Das Eisenoxyd hat also die Eigenschaft, sich mit Wasser zu verbinden, und zwar in einem solchen Verhältniß, daß der Sauerstoffgehalt des Wassers halb so viel beträgt, als der des Oxyds. Man nennt die Verbindung des Eisenoxyds mit Wasser Eisenoxydhydrat, und erhält dies Hydrat auch, wenn eine Auflösung von Eisenoxyd in Säuren durch vollkommen kaustisches Ammoniak niedergeschlagen und der Niederschlag einige Zeit mit Ammoniak digerirt wird. Bei Befolgung dieser letzteren Vorsichtsmaaßregel wird man stets Hydrate erhalten, deren

Wassergehalt mit dem von Berzelius angegebenen Verhältniß übereinstimmen. Von diesem Wassergehalt des Hydrats ist der zufällig anhängende Wassergehalt, welcher schon bei der Erhitzung bis zum Siedepunkte verjagt wird, wohl zu unterscheiden. Es giebt natürliche Eisenoxyd-Hydrate (Braun Eisenstein), die oft ziemlich rein und von andern Beimengungen frei sind.

Berzelius, in der oben (§. 163.) angezeigten Abhandlung.

§ 167.

Die Verbindung des Eisenoxyduls mit Wasser, oder das Oxydulhydrat, ist zwar vorhanden, aber, für sich allein bestehend, künstlich nicht darstellbar. Die weißen Niederschläge, welche die kaustischen Alkalien mit den Eisenoxydulsalzen geben, sind solche Hydrate des Oxyduls, welche sich aber bei dem geringsten Zutritt der Luft zuerst grau, dann grün, dunkelblau und endlich gelb färben. Die so gefärbten Niederschläge sind Verbindungen des Oxydul Hydrates mit dem Oxydhydrat, welche an der freien Luft in den vollkommenen Oxydationszustand übergehen. In der Natur kommen die Verbindungen des Oxyds mit dem Wasser, oder die Eisenoxydhydrate, in manchen Eisenerzen unter sehr verschiedenen Verhältnissen vor. — Das Hydrat ist übrigens im Wasser ebenfalls völlig unauflöslich. Wird das frisch niedergeschlagene, weiße Oxydul Hydrat in verschlossenen Gefäßen in der Flüssigkeit aufgekocht, so bekommt es die natürliche schwarze Farbe des Oxyduls, indem das Wasser abgeschieden wird.

Wirkung der feuchten Luft auf das Eisen.

§. 168

Eben so wenig wie das reine, von aller Luft befreite

Wasser, wirkt auch die trockene Luft in der gewöhnlichen Temperatur und bis zu dem Grade der Hitze, in welchem das Eisen zuerst mit lichtgelber Farbe anzulaufen anfängt, auf das Eisen. Es ist indeß eine bekannte Erfahrung, daß das Eisen in feuchter Luft mit einem gelben Ueberzuge, den man Rost nennt, bedeckt wird. Das Rosten des Eisens ist eine Folge der vereinigten Wirkung der Luft und des Wassers auf dasselbe, und die gelbe Farbe läßt schon auf den Wassergehalt des Rostes schließen Obgleich die Meinungen über die Natur des Rostes noch verschieden sind, indem er nach Bergman aus 24 Kohlensäure und 76 Oxyd (ein Verhältniß, welches indeß als unrichtig angesehen werden muß), nach Hausmann aus Eisenoxyd mit Wasser, und nach Thomson aus basischem kohlensaurem Eisenoxyd mit Wasser bestehen soll; so ist es wenigstens als entschieden anzusehen, daß er ein wirkliches Hydrat ist, welches sich (nach meinen Versuchen) mit basischem kohlensaurem Eisenoxyd verbunden hat. — Hr. Vauquelin hat gezeigt, daß der Rost eben so, wie jeder andere poröse Körper, alle fremdartigen Substanzen, welche sich zufällig in der Atmosphäre befinden, zu absorbiren vermag, weshalb er oft sehr fremdartige und zufällige Beimengungen enthalten kann.

Archiv für Bergbau und Hüttenwesen X 276.

§. 169.

Das weiße Roheisen ist dem Rosten weniger unterwerfen als der Stahl und als das graue Roheisen. Stabeisen überzieht sich am schnellsten mit Rost, besonders das rothbrüchige. Kaltbrüchiges Eisen rostet von allem am wenigsten und am langsamsten. Die besten Verwahrungsmitteln gegen den Rost sind trockene Luft und eine schöne Politur der Oberflächen. Weil dem Stahl und dem weißen

Roheisen, wegen ihrer Dichtigkeit, der höchste Grad der Politur gegeben werden kann; so lassen sie sich auch gegen den Rost am besten bewahren. Poröse Stellen, Gruben und Aschenflecke geben die erste Veranlassung zum Rosten. Bei den polirten Eisenwaaren hängt auch von der Beschaffenheit der Polirpulver sehr viel ab. Feingeschliffene und polirte Eisenwaaren schützt man durch fette Ueberzüge, welche das Eisen nicht angreifen, gegen das Rosten. Solche Ueberzüge gewähren das gereinigte Baumöl und alle wasserfreie Oele, die sich mit der Zeit nicht zu sehr verdicken: z. B. Nußöl, Buchenöl, und nach Conté ganz besonders eine Mischung von $\frac{1}{5}$ fettem Oelfirniß mit $\frac{4}{5}$ rectificirtem Terpentinöl. Alle diese Ueberzüge wischt man beim Gebrauch der Eisen- oder Stahlwaare ab, und diese erscheint dann wieder mit ihrer natürlichen Politur. — Hr. Aikin empfiehlt als einen ganz vorzüglichen Ueberzug für alle polirte Eisen- und Stahlwaaren das Kautschuck, welches in Terpentinöl aufgelöst, einen Firniß giebt, der sich eben so leicht auftragen, als durch Bürsten mit erwärmtem Terpentinöl leicht wieder wegbringen läßt. Dieser Ueberzug soll das Rosten völlig verhindern.

Rinman a. a. O. I. 73 u. f. II. 342 u. f. — Aikin, im Archiv f. Bergb. u. Hüttenw. VI. 415.

§. 170.

Kommt es nicht darauf an, daß die gegen den Rost zu schützende Eisen- oder Stahlwaare ihre natürliche Eisenfarbe behalten darf, so überzieht man sie mit einem Lack oder Firniß (gröbere Sachen auch wohl mit Theer), und läßt diese Ueberzüge entweder in mäßiger Wärme eintrocknen oder abbrennen, welches Letztere nur bei den schwarzen oder auch bei den gröberen Ueberzügen, den die Gußwaaren erhalten, der Fall ist. Die Kunst des Lackirens der

Eisen- und Stahlwaaren hat in der neuesten Zeit einen hohen Grad von Vollkommenheit erreicht. — Eine andere Art, das Eisen gegen das Rosten zu schützen, besteht darin, daß man es blau anlaufen läßt (§. 113. u. f.). Die Ursache, warum die blau angelaufene Fläche dem Rosten besser widersteht, als die nicht angelaufene, ist schwer anzugeben. Endlich pflegt man das Eisen in gewissen Fällen auch wohl durch das Rosten selbst gegen das Rosten zu schützen, welche Verfahrungsart man Bruniren oder Braunbeizen nennt. Die Oberfläche des Eisens wird nämlich mit fressenden und angreifenden Sachen (Säuren aller Art, besonders Salzsäure) bestrichen und einige Tage lang zum Rosten hingestellt. Ist der Rost überall ganz gleichartig zum Vorschein gekommen, so überstreicht man das Eisen mit Baumöl, und reibt es mit einem Lappen so lange, bis die Fläche nicht mehr abfärbt. Auf diese Art läßt sich bei Gußwaaren, bei Gewehrläufen ꝛc. eine schöne braune Fläche darstellen.

Rinman a. a. O. I. 86 u. f. — Annals of Philosophy XI. 238. — Verfahren Flintenläufe zu bruniren; in dem Kunst- und Gewerbe-Blatt des polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern. Jahrgang 1824; viertes Quartal S. 279.

Eisen und Kohle.

§. 171.

Wenn Stabeisen im heftigsten Feuer, ohne alle Zusätze und bloß mit einer glasartigen Masse bedeckt, um es gegen die Einwirkung der Luft zu schützen, geschmolzen wird; so behält es nach dem Erkalten seine vorigen Eigenschaften (§. 134.). Durch einen Zusatz von Kohle kommt es ungleich früher zum Schmelzen, aber die geschmolzene Masse hat nun nicht mehr die Eigenschaften des Stabei-

sens, sondern die des Stahls oder des Roheisens. Diese Erfahrung, welche zuerst beim Cementiren des Stabeisens zu Stahl gemacht ward, ist schon sehr alt, aber von den früheren Metallurgen unbenutzt geblieben, um durch sie einen Aufschluß über die Natur und Beschaffenheit der verschiedenen Eisenarten zu erhalten. Bergman machte zuerst auf die große Wichtigkeit dieser Thatsache zur Erklärung der verschiedenen Zustände des Eisens aufmerksam, und fand an Rinman einen würdigen Nachfolger, indem dieser jene Erfahrung auf die Erscheinungen der Eisenbereitung und der Umänderung einer Eisenart in die andere im Großen, anwendete. Der damalige Zustand der chemischen Kenntnisse gestattete es indeß nicht, eine genügende und für alle Fälle ausreichende Erklärung zu geben, weil das Phlogiston, welches nach der damaligen Ansicht ein nothwendiger Bestandtheil aller verbrennlichen Körper war, um so weniger ausreichte, die Ursachen aller Veränderungen zu ergründen, als der Begriff von Phlogiston selbst schwankend und unbestimmt war. Beide Gelehrte sahen sich daher schon genöthigt, ein feineres und ein gröberes Phlogiston anzunehmen, wovon das erstere der allen brennbaren Körpern zukommende Bestandtheil, das letztere aber ein kohlenartiges Wesen war. Die Revolution in der Chemie, durch welche das Phlogiston unterging, entwickelte nun in Frankreich zuerst einen deutlicheren Begriff von den Veränderungen, welche das Eisen bei seinem Uebergange aus einem Zustande in den anderen erleidet. Scheele hatte zwar schon früher (1799) die kohleartige Natur des Reißbleies dargethan; die französischen Chemiker Vandermonde, Bertholle t und Monge prüften diesen bis dahin räthselhaften Körper aber genauer (1786), und zeigten, welchen Einfluß derselbe auf die Eigenschaften des Eisens äußere. Man fing nun allgemein an, Stahl und

Roheisen als eine Verbindung des Stabeisens mit Kohle oder Reißblei, in sehr verschiedenen Verhältnissen anzusehen, und theilte dem Roheisen einen größeren Gehalt an Kohle oder Reißblei zu, als dem Stahl, weil man fand, daß der Stahl durch Aufnahme von mehr Kohle eine roheisenartige Natur erhielt. Von den Grundsätzen dieser Theorie ausgehend, bemühten sich mehrere Naturforscher, vorzüglich Clouet und Mushet, Stahl von jeder Stufenfolge der Härte, durch das Schmelzen des Stabeisens mit mehr oder weniger Kohlenstoff zu erhalten. Man fand aber bald, daß man es nicht in seiner Gewalt habe, die Eigenschaften des zu erhaltenden Produkts genau zu bestimmen, und daß der Stahl bald härter bald weicher ausfalle, als er nach der Quantität der zugesetzten Kohle hätte dargestellt werden müssen. Dies veranlaßte Clouet, die chemische Theorie auf eine harte Probe zu stellen und dem Stabeisen die Kohle durch solche Körper mitzutheilen, welche sie (die Kohle) nur in Verbindung mit Sauerstoff, oder als Kohlensäure enthalten. Obgleich die Theorie durch diese interessanten Versuche, wenn sich die Voraussetzung, unter welcher sie angestellt wurden, bestätigt hätte, eine nicht erwartete Erweiterung erhalten haben würde; so hätte die Praxis doch daraus keinen Vortheil ziehen können, weil ihr einfachere Mittel zur Bereitung des Gußstahls — den Clouet durch diese Versuche eigentlich erhalten wollte, und nach seiner Versicherung auch wirklich darstellte — zu Gebot stehen. Eine Reihe von Versuchen welche Herr Mushet anstellte, gewährte bald die Ueberzeugung, daß beim Umschmelzen des Stabeisens in Thontiegeln, ohne Kohlenzusatz, mit dem Eisen zwar eine Veränderung vorgehe, daß diese aber mit Erden und Glasflüssen fast in ähnlicher Art erfolge, als wenn kohlensaure Kalkerde als Zusatz angewendet wird. — Daß bei der Reduktion der

Eisenoxyde durch Kohle sehr viele Nebenumstände zu berücksichtigen sind, und daß nach den verschiedenen Verhältnissen der den Eisenkalken oder Eisenerzen zugesetzten Quantitäten von Kohle, bald Stabeisen-, bald Stahl-, bald Roheisenkönige erhalten werden, hat Tiemann durch eine Folge von interessanten Versuchen sehr gut gezeigt, auch die Versuche von Clouet und Mushet wiederholt, und theils bestätigt, theils berichtigt; allein es geht aus diesen Versuchen auch hervor, daß noch nicht genug bekannte Einflüsse die Resultate der Versuche sehr abändern können. Wahrscheinlich ist der Grad der Hitze, der sich bei diesen Versuchen nicht bestimmen, und am wenigsten bei allen Versuchen gleich stark anwenden läßt, von dem größten Einfluß, besonders auf die Beschaffenheit des auszubringenden Roheisenkorns.

Des sehr eleganten Versuches, Stabeisen durch Schmelzen mit Diamanten in Stahl zu verwandeln, muß hier noch Erwähnung geschehen. Dieser Versuch ward im Jahr 1799 durch die Herren Guyton Morveau, Clouet, Welter und Hachette in Paris angestellt und bestätigte durch das Resultat, welches daraus hervorging, die schon früher gewonnene Ueberzeugung, daß der Stahl eine Verbindung des Eisens mit Kohle sey.

Bergman, de analysi ferri, Upsal 1781 und in seinen Opusc. phys. chem. III. 1 seq. — Rinman a. a. O. II. 282 u. f. 754 u. f. — Vandermonde, Berthollet und Monge, über das Eisen in seinem verschiedenen metallischen Zustande, aus den Mem. de l'acad. royale des sciences, 1786. übers. in v. Crell's chem. Annal. f. 1794 I. 353 u. f. 460 u. f. 509 u. f. — Morveau Untersuchung der Thatsachen, welche bei der Theorie von der Verwandlung des Eisens in Stahl zur Grundlage dienen müssen. v. Crell's chem. Annal. f. 1792 I. 554 u. f. — Resultats d'experiences

sur les differents états du fer, par Clouet in dem Journ. des mines, Nr. 43. p. 3—12. vergl. Scherer's chem. Journ. III. 371—374. VI. 646. — Auszug aus des Hrn. Guyton de Morveau Bericht über Clouet's Abhandl. von der Verschiedenheit des Zustandes, in welchem das Eisen vorhanden seyn kann, und über die Resultate seiner Erfahrungen über die Umänderung des Eisens zu geschmolzenem Stahl (aus den Annal. de Chimie, XXVIII. 19—39. und Journal des mines, Nr. 45. p. 703.) in v. Crell's chem. Annal. f. 1800, II. 55—65. — Mousfin Puschkin, über d. Verwandlung des Eisens in Stahl. Scherer's chem. Journ. II. 496. — Nicholson, über die Natur des Stabeisens, des Roheisens und des Stahls; in Gilbert's Annal. d. Phys. III. 71—76. Collet-Descotils, über d. Verwandl. d. Eisens in Stahl, ohne Berührung mit einer kohlenstoffhaltigen Substanz. Gehlen's Neues chem. Journ. II. 683—684. — Ueber die Verwandl. des Stabeisens in Stahl durch Schmelzen in verschlossenen Gefäßen Annales des Arts, V. 25—36. XIII. 225 u f. — Mushet Verfahren, alle Sorten von Stahl zu machen. v. Crell's chem. Annalen für 1801. II. 50. und für 1802. I. 218—226. — Tiemann's oben angeführte Abhandlung. (Verwandlung des Stabeisens in Stahl durch Verbrennen der Diamanten. M. Kenzie in Scherer's chem. Journ. V. 362—379. Guyton de Morveau. Ebendas. IV. 170—177. u. s. f.) — Die verschiedenen Abhandlungen des Hn. Mushet über Stahlbereitung aus Stabeisen durch Schmelzen desselben mit Kohle, so wie seine Prüfung der Clouetschen Theorie und die Untersuchungen über die Veränderungen, welche das Stabeisen durch Schmelzen mit Erden und Flüssen, ohne Zusatz von Kohle erleidet, befinden sich in Tilloch's Philos. Magaz. V. 200. IX. 235. XII. 27. 97 und 193. — Vergl. Archiv f. Bergbau und Hüttenwesen IX. 373. 397. 417. — Ueber einige wichtige Gegenstände der Eisenhüttenkunde. Von A. Müller. Halle 1822.

§. 172.

Wenn es überhaupt noch der Bestätigung bedürfte, daß das Stabeisen durch die Aufnahme von Kohle in Stahl umgeändert wird; so kann der Versuch des Herrn Bismara zu Pavia als entscheidend betrachtet werden. Hr. Bismara hat nämlich dargethan, daß das ölbildende Gas, welches sich bei der Zersetzung fettartiger Substanzen in der Glühhitze entwickelt, eine Umwandlung des Eisens in Stahl hervorbringt, wenn die sich entwickelnden Gasarten durch ein Gefäß geleitet werden, in welchem sich das in Stahl umzuändernde Eisen befindet. Dies Gefäß braucht nur eine Temperatur von 54 bis höchstens 60 Gr. Wedgwood zu erhalten, um einen sehr guten Stahl darzustellen. Seitdem Hr. Bismara diese Entdeckung gemacht hat, sind schon wirklich Anlagen im Großen ausgeführt worden, welche Vortheile vor dem gewöhnlichen Verfahren der Cementstahlbereitung gewähren sollen. Diejenige Kohle, welche gegen das Ende des Prozesses von dem Eisen nicht mehr aufgenommen wird, scheidet sich, in mancherlei äußeren Gestalten, in Substanz ab und bedeckt die Metallstäbe.

Bismara; im Archiv f. Bergbau und Hüttenwesen XIV. S. 446 u. f.

§. 173.

Um den Einfluß der Kohle auf das Eisen besser übersehen und genauer beurtheilen zu können, ist es nothwendig, denjenigen Körper näher kennen zu lernen, welcher unter gewissen Umständen bei der Erzeugung des Roheisens im Großen, und zwar jedesmal nur dann, wenn sehr graues Roheisen entsteht, gebildet wird. Dem Eisenhüttenmann ist dieser Körper unter dem Namen Gaarschaum und Eisenschaum bekannt. Alle Untersuchungen, welche mit dem Gaarschaum angestellt wurden, führten zu dem Resultat,

daß

daß er mit dem natürlichen Graphit oder Reißblei vollkommen übereinstimme, weshalb er auch den Namen Graphit erhielt. In der stärksten Hitze in verschlossenen Gefäßen geglüht, bleibt der Graphit unverändert, und hat auch bis jetzt noch nicht zum Schmelzen gebracht werden können. Von Säuren und Alkalien wird er in der gewöhnlichen Temperatur eben so wenig, als von irgend einem anderen bekannten Körper angegriffen; in erhöheter Temperatur äußert er aber gegen mehrere Säuren und Salze seine kohlenartige Natur, und verbrennt auch, wenn er unter Zugang der Luft stark und anhaltend geglühet wird, ohne Rauch und Flamme. Man hat aus den bei seiner Verbrennung entstehenden Produkten geschlossen, daß der Graphit eine Verbindung von Kohle mit Eisen sey, welche Annahme durch die früheren Versuche von Scheele, Gahn und von Saussure, so wie durch die späteren Untersuchungen der neueren Chemiker, besonders von Davy, Allen und Pepys, gerechtfertigt zu seyn schien. Aus diesen Versuchen ergab sich, daß der Graphit durchaus keinen Sauerstoff in seiner Mischung hat, sondern daß er als eine Verbindung der metallischen Kohle mit Eisen betrachtet werden müsse. Ueber die Verhältnisse der Kohle zum Eisen im Graphit sind die Angaben der Chemiker verschieden. Scheele giebt den Eisengehalt zu 10 Procent, von Saussure nur zu 4 Procent an, und aus Gahn's Versuchen geht hervor, daß der Graphit 7 Procent Eisen enthalte.

Es ist aber jetzt nicht mehr zu bezweifeln, daß man über die Natur des Graphites, sowohl des in der Natur vorkommenden, als des bei der Eisenerzeugung in den Hohenöfen sich bildenden künstlichen, im Irrthum gewesen ist, indem man zufällige Verunreinigungen des Graphit mit Eisen und Eisenoxyden, für wesentliche Bestandtheile des-

selben gehalten hat. Wenigstens hoffe ich auf eine überzeugende Weise dargethan zu haben, daß der natürliche Graphit, abgesehen von seinen mechanischen Beimengungen, ganz reine Kohle ist, und daß der künstliche Graphit, welcher sich aus dem grauen Roheisen ausscheidet, als vollkommen reines Kohlenmetall betrachtet wrden muß.

C. W. Scheele, Versuche mit dem Reißblei (Plumbago). Aus d. schwed. Abh. v. 1779. XL. 238. übers. in v. Crell's neuesten Entdeck. VII. 153. — Allen und Pepys, über die Verhältnißmenge des Kohlenstoffs in der Kohlensäure, und über die Natur des Diamants, in Gehlen's Journal f. Chemie, Phys. und. Min. V. 664 u. f. — Davy, Untersuchungen über die Zustände des Kohlenstoffs im Reißblei, in der Kohle und im Diamant. Schweigger's neues Journ. f. Chemie u. Phys. II. 42 u. f. Schrader's Analyse des engl. u. span. Graphits; im Magaz. der Gesellschaft naturf. Freunde zu Berlin, für 1810. S. 205. Kastner's Bemerkungen über den Graphit; in dessen deutschem Gewerbsfreunde, Heft 1. S. 78—84. Karsten, über die Verbindung des Eisens mit Kohle; im Archiv f. Bergbau und Hüttenwesen. VIII. 3. u. f. — Derselbe, über den natürlichen Anthracit und Graphit. Ebendas. XII. 90. u. f. — Ueber die Schmelzung des Graphits, des Anthracites und des Diamantes; in Schweigger's Journal, Neue Reihe. IX. 87.

§. 174.

Weil sich nur in dem grauen Roheisen durch die Analyse Graphit auffinden läßt, weil sich ferner das graue Roheisen, durch plötzliches Abkühlen beim Erstarren, in weißes Roheisen, und dieses wieder, durch Schmelzen in einer sehr starken Hitze und durch ein darauf folgendes höchst langsames Erstarren, in graues Roheisen umändern läßt; so geht schon daraus hervor, daß die Quantität der

Kohle allein den Unterschied der verschiedenen Verbindungen des Eisens mit Kohle nicht begründen kann, sondern daß zugleich auf den Zustand der Verbindung des Eisens mit der Kohle Rücksicht genommen werden muß. Schon Rinman erinnert, daß das Reißblei gar kein nothwendiger Bestandtheil des Roheisens sey, und daß ein und dasselbe Roheisen bald Graphit enthalte, bald nicht. Man erklärte die Ursache der Verschiedenheit des grauen, des weißen Roheisens, des harten, des weichen Stahls und des Stabeisens, bloß aus der verschiedenen Quantität des Kohlegehalts, und berücksichtigte nicht, in welchem Zustande die Kohle mit dem Eisen verbunden war. Mushet suchte ein genaues Verhältniß des Kohlegehalts zum Eisen auszumitteln, um nach diesem verschiedenen Gehalt das Eisen klassificiren und bestimmen zu können, ob es Roheisen, Stahl oder Stabeisen sey. Nach seinen Erfahrungen nimmt die Härte des Eisens nach dem Verhältniß der damit verbundenen Kohle so lange zu, bis die Kohle etwa $\frac{1}{60}$ der ganzen Masse beträgt. Dann hat die Härte das Maximum erreicht, das Metall hat eine silberweiße Farbe, und verliert sein körniges Gefüge. Bei zunehmendem Kohlegehalt vermindert sich die Härte wieder in demselben Verhältniß, wie die folgende Tabelle zeigt:

Kohlegehalt.	Resultat.
$\frac{1}{120}$	Weicher Gußstahl.
$\frac{1}{100}$	Gewöhnlicher Gußstahl.
$\frac{1}{90}$	dergl., aber härter.
$\frac{1}{50}$	dergl., aber zu hart.
$\frac{1}{25}$	Weißes Roheisen.
$\frac{1}{20}$	Halbirtes Roheisen.
$\frac{1}{15}$	Dunkelgraues Roheisen.

Diese Angaben, welche in alle Lehr- und Handbücher der Chemie und der Metallurgie u. s. f. übergegangen sind

weil sie eine bequeme Stufenleiter abgeben und zur Erklärung des verschiedenartigen Verhaltens der Verbindungen des Eisens mit der Kohle zureichend zu seyn schienen; sind nichts destoweniger ganz unrichtig, und haben nur dazu gedient, von weiteren Untersuchungen abzuhalten. Sie erklären nicht, warum das weiche, körnige und graue Roheisen, unter gewissen Umständen, und bei gleich bleibendem Kohlegehalt, ein weißes, hartes, sprödes Metall mit strahligem Bruch werden kann, und warum das letztere sich wieder in ein graues, weiches, geschmeidiges und körniges Roheisen umändert, obgleich der Kohlegehalt unverändert derselbe bleibt.

Wie unrichtig die hier angegebenen Verhältnisse sind, zeigt sich am auffallendsten dadurch, daß das weiße Spiegeleisen ohne Gewichtsveränderung in einem mit Kienruß ausgefütterten Tiegel zum Schmelzen gebracht wird, wogegen sehr viele Arten von grauem Roheisen bei ähnlicher Behandlung eine Zunahme ihres Gewichtes erhalten, also noch Kohle aufnehmen, mit welcher das Eisen im weißen Spiegelroheisen schon gesättigt ist.

Rinman a. a. O. II. 759. — Mushet, on the different Proportions of Carbon, which constitute the various qualities of crude Iron and Steel. In Tilloch's Philosoph. Magaz. XII. 322—327. XIII. 3—9. 142—149.

§. 175.

Aus einigen Erscheinungen, deren Erörterung weiter unten vorkommen wird, und weil ihnen die geringe Verschiedenheit des Kohlegehalts vielleicht nicht zureichend schien, um daraus allein die große Verschiedenheit der Eigenschaften des grauen und des weißen Roheisens zu erklären, hielten sich die französischen Chemiker Monge, Berthollet und Vandermonde berechtigt, im weißen Roh-

eisen auch einen Sauerstoffgehalt anzunehmen. Vielleicht würde dies nicht geschehen seyn, wenn jene Chemiker auf den Zustand aufmerksam gewesen wären, in welchem die Kohle mit dem Eisen im weißen und im grauen Roheisen verbunden ist. Im weißen Roheisen, in so fern demselben nicht kleine Quantitäten von grauem Roheisen beigemengt sind, findet die Analyse niemals eine Spur von Graphit auf, wogegen das graue Roheisen, im vollkommensten Zustande, ungleich weniger Kohle die durch den Prozeß der Analyse eine Zersetzung erleidet, aber immer mehr oder weniger Graphit enthält. In beiden Roheisenarten ist aber keine Spur von Sauerstoff zu entdecken. Der Stahl giebt bei der Analyse nur Kohle, die durch den Prozeß der Untersuchung zersetzt wird und keinen Graphit. Eben so verhält sich auch das Stabeisen, nur daß die Menge der Kohle ungleich geringer ist, als im Stahl. Ganz reines Stabeisen (welches jedoch noch Erdbasen enthalten kann), welches man erhält, wenn Eisenfeile mit $\frac{1}{4}$ ihres Gewichtes reinem Glühspan im Thontiegel unter einer Decke von Glasflüssen geschmolzen wird, enthält keine Spur von Kohle.

§. 176.

Der so eben gemachte Unterschied zwischen einem Graphitgehalt und einem Kohlegehalt der verschiedenen Eisenarten scheint sehr überflüssig, wenigstens ganz unwesentlich zu seyn, weil vorhin (§. 173) gezeigt worden ist, daß der Graphit nichts anders ist, als die reine Kohle im metallischen Zustande. Der ganze Unterschied besteht auch eigentlich nur darin, daß der Kohlegehalt des Eisens, bei der einfachsten Untersuchungsmethode, nämlich bei dem Auflösen des Eisens in Säuren, theils in metallischer und unzersetzter Gestalt, nämlich als Graphit, theils in einem Zu-

stande erhalten wird, in welchem die Kohle schon eine Zersetzung erlitten hat. Aber diese Zustände, in welchen die Kohle, bei der Behandlung der verschiedenen Eisenarten mit einer und derselben Säure, und unter ganz gleich bleibenden Umständen, erhalten wird; deuten offenbar darauf hin, daß sich die Kohle in einem ganz verschiedenen Zustande der Verbindung mit dem Eisen in den verschiedenen Eisenarten befinden müsse. Wäre es erlaubt, bloß aus diesem einzigen Erfolge einen Schluß zu ziehen; so würde man annehmen können, daß das weiße Roheisen, der gehärtete und der ungehärtete Stahl und das Stabeisen zu Einer Art, und das graue Roheisen zu einer zweiten, von der ersteren ganz verschiedenen Art der Verbindung der Kohle mit dem Eisen gehöre. Allein die auffallende Uebereinstimmung in dem Verhalten des gehärteten und des nicht gehärteten Stahls, mit dem Verhalten des weißen und des grauen Roheisens (§. 151) giebt zu erkennen, daß diejenige Verbindung des Eisens mit der Kohle, aus welcher sich durch Behandlung mit Säuren kein Graphit, sondern nur Kohle im zersetzten Zustande darstellen läßt, ebenfalls noch verschiedenartige Zustände zeigt, welche durch die Quantität der Kohle allein, nicht genügend zu erklären sind. Denselben Veränderungen, welchen der gehärtete Stahl durch das Glühen unterliegt, ist ferner das weiße Roheisen, und zwar in einem ungleich höheren Grade (§§. 149. 154), ebenfalls unterworfen. Das durch das bloße Glühen des weißen, harten, spröden und strahligen Roheisens erhaltene graue, weiche, geschmeidige und körnige Produkt, welches dem grauen Roheisen auf der Bruchfläche überraschend ähnlich sieht, so daß man es, wenn man die Entstehungsart nicht kennt, nothwendig für graues Roheisen ansehen würde, mit welchem es übrigens ein ganz gleiches Verhalten zeigt; dieses Produkt giebt bei der Analyse keine Spur

von Graphit, sondern ebenfalls nur zersetzte Kohle. Und dennoch scheint dies Produkt von dem weißen Roheisen, aus welchem es entstanden ist, eben so verschieden zu seyn, als das weiße Roheisen von dem grauen. Man wird daher genöthigt, bei denjenigen Eisenarten, welche bei der Analyse durch Säuren u. s. f. keinen Graphit, sondern nur zersetzte Kohle hinterlassen, wieder eine Unterabtheilung zu machen, und die weißen, harten und spröden Verbindungen (gehärteter Stahl und weißes Roheisen), von den grauen, weichen und geschmeidigen (ungehärteter Stahl und geglühetes weißes Roheisen) zu unterscheiden. Ob diese Unterschiede sich auch durch den verschiedenen Verbindungszustand der Kohle mit dem Eisen, bei gleich bleibendem Kohlegehalt, nachweisen lassen, wird erst später erörtert werden können. Dagegen zeigt die wirklich statt findende Umänderung des weißen Roheisens in graues, und umgekehrt, welche bloß eine Folge der verschiedenartigen Abkühlung des Eisens bei dem Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand zu seyn scheint; daß sich der Verbindungszustand der Kohle, durch das bloße Glühen, weniger auffallend verändert, als in einer bis zur Schmelzhitze erhöheten Temperatur. Das graue Roheisen wird durch plötzliches Ablöschen nach dem Glühen nur etwas härter, behält aber seine Beschaffenheit als graues Roheisen, welche erst, — und dann auch größtentheils nur unvollkommen, — verloren geht, wenn es im flüssigen Zustande plötzlich zum Erstarren gebracht wird. Das weiße Roheisen wird durch langsames Erkalten nach anhaltendem Glühen grau und weich, hinterläßt aber keinen Graphit beim Auflösen in Säuren, welcher erst zum Vorschein kommt, wenn die Hitze bis zum Schmelzen gesteigert ward und die Abkühlung alsdann langsam erfolgte.

§. 177.

Die Verbindung der Kohle mit Eisen erreicht ihr Maximum, oder der Sättigungspunkt des Eisens mit Kohle, über welchen hinaus keine Aufnahme von Kohle mehr statt findet, tritt dann ein, wenn das Eisen sich mit etwa 5,25 Prozent Kohle verbunden hat. Diese Verbindung entspricht einer Vereinigung von 2 Mischungsgewichten Eisen mit 1 Mischungsgewicht Kohle. Sie wird nur bei dem vollkommensten Spiegelroheisen angetroffen.

Von diesem Gehalt von 5,25 Procent Kohle abwärts, scheint das weiße Roheisen sehr veränderliche Quantitäten Kohle enthalten zu können Bei einer bis zu $4\frac{1}{4}$ Procent herunter gehenden Verminderung des Kohlegehalts ist die Abnahme des blättrigen Gefüges noch nicht sehr merklich; schreitet aber die Verminderung des Kohlegehalts noch weiter fort, so geht der Bruch aus dem blättrigen, strahligen und dichten, in einen körnigen über; die weiße Farbe nimmt in demselben Verhältniß ab, als das körnige Gefüge mehr hervortritt, und macht einer grauen Platz, die mit der fortgehenden Verminderung des Kohlegehalts demnächst wieder lichter und lichter wird, je nachdem sich das Eisen, durch die unendlich vielen und kaum bemerklichen Uebergänge mehr dem stahlartigen Roheisen, oder dem roheisenartigen Stahl, dem weichen Stahl, dem eisenartigen Stahl, oder dem stahlartigen Eisen nähert. Die so genannten luckigen Flossen enthalten noch $3\frac{1}{2}$ Procent Kohle und verhalten sich schon wie ein sehr harter (nicht gehärteter) Stahl. Die Erscheinungen, welche das weiße Roheisen, der Stahl und das stahlartige Eisen bei der Behandlung in der Glühhitze, unter Zutritt der Luft darbieten, lassen sich durch die successive Verminderung des Kohlegehalts beim Verbrennen genügend erklären. Aber unerklärt bleibt die Umänderung des gehärteten Stahls und des

weißen Roheisens in weichen Stahl und in weiches, grau gefärbtes Roheisen, durch das bloße Ausglühen, ohne Luftzutritt, wobei sich also die Quantität der Kohle nicht verändert. Der sehr wahrscheinliche Grund dieser merkwürdigen Erscheinung kann erst später angegeben werden. Daß sich das unter Zutritt der Luft stark geglühte, und mit Glühspan bedeckte weiße Roheisen, nur dann völlig ausschmieden läßt, wenn es beim Ausschmieden oft geglüht und durch Ablöschen im Wasser angefrischt wird, hat darin seinen Grund, daß durch die Zersetzung des Wassers die Verbrennung des gekohlten Eisens mit befördert wird. Das weiße Roheisen wird dadurch schneller und zugleich mit Verminderung seines Kohlegehaltes zur Geschmeidigkeit gebracht, welches durch das bloße anhaltende Glühen, ohne Luftzutritt, nur langsam und zugleich ohne Abnahme des Kohlegehaltes geschehen kann.

§. 178.

Das Verhältniß der Kohle zum Eisen in den verschiedenen Stahlarten muß noch näher geprüft werden. Die verschiedenen Guß- und Rohstahlarten, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, zeigten einen Kohlegehalt von 2,3 bis 1,25 Procent; im cementirten Stahl habe ich niemals mehr als 1,75 Procent Kohle gefunden. Bergman giebt in seiner wichtigen Abhandlung de analysi ferri den größten Kohlegehalt der von ihm untersuchten Stahlarten zu 0,8, und den geringsten Kohlegehalt zu 0,2 Procent an. Ohne Zweifel ist es cementirter Stahl gewesen, worin er einen so geringen Gehalt an Kohle fand; Cementstahl aus Oberschlesien, den ich untersuchte, hatte indeß doch 1,3 Procent Kohle. — Stabeisen sollte eigentlich gar keine Kohle enthalten, indeß giebt es doch Stabeisen, welches bis 0,5 Procent Kohle hält, und sich dann dem weichen Stahl

sehr nähert. Alles harte, feste und vorzüglich gute Stabeisen pflegt nicht unter 0,5 Procent Kohle zu enthalten; selbst in dem weichsten Stabeisen findet sich noch 0,2 Kohle. Im verbrannten Eisen habe ich nie eine Spur von Kohle gefunden (vergl. §. 155). Hr. Vauquelin giebt den Kohlegehalt der von ihm analysirten Rohstahlarten zu 0,63 bis 0,79 Procent an. Alle diese Angaben sind sehr abweichend und müssen noch für wenig genau gehalten werden, weil es außerordentlich schwierig ist, den Kohlegehalt des Eisens genau zu bestimmen.

Vauquelin im Journal des mines No. XXV. p. 1. — Kohlegehalt einiger Stahlarten. Archiv für Bergbau und Hüttenwesen VIII. 184.

§. 179.

Der Graphitgehalt des grauen Roheisens wechselt, nach meinen Untersuchungen von 2,57 bis 3,75 Procent. Das graue Roheisen enthält aber auch außer der Kohle, die als Graphit gefunden wird, noch Kohle, die sich nur im zersetzten Zustande darstellen läßt. Ich habe den gesammten Kohlegehalt von verschiedenen Arten von grauem Roheisen abwechselnd von 3,15 bis 4,65 Procent gefunden. Der Kohlegehalt des grauen Roheisens ist folglich geringer als der des Spiegeleisens und als der mehrsten Arten von weißem Roheisen, welche bei dem Betriebe der Hohenöfen gebildet werden. Dadurch wird es abermals einleuchtend, daß der Kohlegehalt des Roheisens allein die Verschiedenheit des grauen und des weißen Roheisens nicht begründen kann, sondern daß diese Verschiedenheit vorzüglich dem Zustande, in welchem die Kohle mit dem Eisen verbunden ist, zugeschrieben werden muß. Der Graphit bedarf zu seiner Entstehung des höchsten Grades der Hitze; das ist ohne Zweifel der Grund, warum man bei den Reductionen des

Eisenoxyds durch Kohle, oder beim Schmelzen des Stabeisens mit Kohle im Kleinen, nur selten graues, sondern immer weißes Roheisen, selbst aus solchen Oxyden erhält, welche beim Verschmelzen im Großen sehr geneigt sind, graues Roheisen zu geben.

Karsten; über die Verbindung des Eisens mit Kohle. Archiv u. s. f. VIII. 3 u. f.

§. 180.

Der schnelle Uebergang des grauen Roheisens in weißes, bei plötzlicher Erstarrung, wodurch es möglich wird, das graue, weiche und körnige Roheisen in eine silberweiße, harte, spröde Masse, mit blättriger Textur zu verwandeln, und die Unmöglichkeit, das weiße Roheisen auf andere Weise, als durch sehr starke Schmelzhitze und durch höchst langsames Erstarren, in graues Roheisen umzuändern, — diese Erscheinungen beweisen es mit großer Ueberzeugung, daß sich der Graphit nur in der höchsten Temperatur bilden und, schon gebildet, nur bei einer langsamen Abkühlung bestehen kann. Geschieht die Abkühlung der flüssigen Masse zu plötzlich, so hört alle Graphitbildung auf, und die Kohle, statt sich zu isoliren und bei einem sehr langsamen Erstarren sich von dem Eisen so zu trennen, daß beide Metalle nur noch als Gemenge und kaum noch als Gemische zu betrachten sind, geht nun eine innigere und allgemeine Verbindung mit allem vorhandenen Eisen ein und verwandelt sich dadurch in das weiße Roheisen. Erfolgt die Erstarrung aber sehr langsam, so kann die Isolirung oder die Ausscheidung der metallischen Kohle, welche vielleicht eine Folge der Krystallisationskraft der sich bildenden Verbindungen und des Kohlenmetalles seyn mag, mehr oder weniger vollständig erfolgen, so daß sich graues oder halbirtes Roheisen bildet. Die Quantität der Kohle bleibt, wie die Analysen ergeben, ganz unverändert.

Wird das weiße Roheisen aber nicht in starker Schmelzhitze flüssig gemacht, sondern bloß anhaltend geglühet, und langsam abgekühlt, so kann die Isolirung der Kohle nicht bis zur Ausscheidung im ungebundenen metallischen Zustande steigen, sondern es scheint, daß dies Streben zur Isolirung nur bis zu einem gewissen Grade erfolgen kann, indem ein gewisser Antheil Eisen der sich isolirenden Kohle folgt.

§. 181.

Wenn also das graue Roheisen nicht mehr Kohle enthält als das weiße, aus welchem es entstanden ist, und wenn das graue Roheisen einen großen Theil seines Kohlegehaltes im metallischen Zustande (als Graphit) nur beigemengt enthält; so ergiebt sich von selbst, daß die übrige Masse des Eisens, aus welcher das graue Roheisen zusammengesetzt ist, nur mit einer geringen Menge von Kohle verbunden seyn kann; mit einer Menge, die in vielen Fällen ungleich geringer seyn muß, als die Quantität Kohle, welche im Stahl angetroffen wird. Aus dieser Zusammensetzung des grauen Roheisens lassen sich die Eigenschaften desselben, nämlich sein körniges Gefüge, sein geringer Grad von Härte, das späte Anlaufen desselben in den ersten Hitzgraden, das späte Glühendwerden, der hohe Grad von Streng- und von Dünnflüssigkeit, sein Verhalten beim Glühen unter Zutritt der Luft, und die Eigenschaft, schneller zu rosten als das weiße Roheisen, genügend erklären.

§. 182.

Ohne Zweifel wird es aus dem Vorgetragenen einleuchten, daß eine mehrfache Art der Verbindung des Eisens mit der Kohle statt findet.

Das graue Roheisen kann man sich als ein Gemenge von stahlartigem Eisen mit Graphit denken; das anhaltend

geglühete und dadurch grau und weich gewordene weiße Roheisen, wird ein Gemisch von stahlartigem Eisen mit einer eigenthümlichen Verbindung des Eisens mit vieler Kohle seyn müssen; der geglühete Stahl stellt ebenfalls solche Verbindungen dar, aber das weiße Roheisen und der gehärtete Stahl werden als Verbindungen von Kohle mit Eisen erscheinen, welche zwar in sehr verschiedenen Verhältnissen des Kohlegehaltes, aber immer in gleichartiger Vereinigung mit einander bestehen. Die Verbindung des Eisens mit der Kohle ist also von der höchsten Wichtigkeit, weil durch sie allein das Eisen in seinen drei verschiedenen Zuständen als Stabeisen, Stahl und Roheisen erscheint, und weil von ihrer richtigen Erkenntniß die Beurtheilung aller Erscheinungen abhängt, welche bei der Erzeugung und Verarbeitung des Eisens vorkommen. Das nicht gaar ausgefrischte roh gebliebene Stabeisen verdankt seine Rohheit also auch der unvollkommenen Abscheidung der Kohle. Eine weitere Ausführung wird erst später gegeben werden.

Eisen und Schwefel.

§. 183.

Mit dem Schwefel verbindet sich das Eisen sehr leicht und gern. Der Schwefel befördert das Schmelzen des Eisens, und es wird nur eine starke Rothglühhitze erfordert, um das Eisen durch Schwefel in Fluß zu bringen. Wenn man gleiche Theile Schwefel und Eisen in einem bedeckten Tiegel der Rothglühhitze aussetzt; so erhält man, wenn die Rothglühhitze stark genug war, und der Zutritt der Luft durch den Deckel gehörig abgehalten, die Hitze aber einige Zeit anhaltend fortgesetzt wird, eine ganz rein geflossene Verbindung von Eisen und Schwefel. Dies Schwefeleisen wird vom Magnet gezogen; hat aber, nach den

verschiedenen Graden der Temperatur, welche bei der Bereitung angewendet wird, eine sehr verschiedene Zusammensetzung von Eisen und Schwefel.

§. 184.

Man kennt mehrere bestimmte Verbindungsstufen des Eisens mit Schwefel, von welchen aber nur zwei durch unmittelbares Zusammenschmelzen des Eisens mit Schwefel dargestellt werden können. Die übrigen bis jetzt bekannt gewordenen Verbindungen des Eisens mit Schwefel, denen ein bestimmtes Mischungsverhältniß zum Grunde liegt, und deren Zahl sich vielleicht durch spätere Untersuchungen noch vermehren wird, sind bis jetzt nur durch Reduktion der schwefelsauren Eisensalze vermittelst der Kohle oder des Wasserstoffgases, oder durch Reduktion des Eisenoxyds vermittelst des Schwefelwasserstoffgases, künstlich bereitet worden.

In der Natur kommen mehrere Verbindungen des Eisens mit Schwefel vor, von denen einige ein bestimmtes Mischungsverhältniß ihrer Bestandtheile besitzen; andere aber so zusammengesetzt sind, daß sich dies bestimmte Mischungsverhältniß nur durch Berechnung nachweisen läßt, wobei man von der Voraussetzung ausgeht, daß diese Verbindungen Gemische von verschiedenen Arten von Schwefeleisen sind, die nicht auf gleicher Stufe der Sättigung des Eisens mit Schwefel stehen. Obgleich die Lehre von den bestimmten Verhältnissen es nöthig macht, die natürlichen Schwefeleisenverbindungen, bei dei denen eine bestimmte Schwefelungsstufe nachzuweisen ist, als solche Gemische von mehreren Schwefelungsstufen anzusehen, und obgleich diese Ansicht, bei den in der Natur vorkommenden Verbindungen des Eisens mit Schwefel, wahrscheinlich sehr tief begründet ist; so ist es doch noch nicht entschieden, ob

sich Eisen und Schwefel nicht künstlich in allen möglichen Verhältnissen mit einander verbinden lassen, wie dies bei der Verbindung von manchen Metallen, und von manchen oxydirten Körpern unbezweifelt der Fall ist. Das Eisen läßt sich durch Schmelzen mit Schwefel in allen möglichen Verhältnissen vereinigen, wobei es freilich, wenn das Verhältniß des Schwefels sehr geringe ist, bedeutend hoher Temperaturgrade bedarf. Solche Mischungen werden von Einigen als Verbindungen nach ganz unbestimmten Verhältnissen, von Anderen aber als Verbindungen von Schwefeleisen nach bestimmten Verhältnissen, welche in der übrigen Masse des mit Schwefel nicht verbundenen Eisens aufgelöst sind, betrachtet.

§. 185.

Diejenigen Verbindungen des Eisens mit Schwefel, bei denen zwar ein bestimmtes Mischungsverhältniß nachzuweisen ist, welche aber durch unmittelbares Zusammenschmelzen beider Körper nicht dargestellt werden können, sind folgende:

1) Die Verbindung von 4 Mischungs-Gewichten Eisen mit 1 M. G. Schwefel. Sie wird, nach Hn. Arfvedson, erhalten, wenn man basisches schwefelsaures Eisenoxyd in einem Strom von Wasserstoffgas in einer Glasröhre glüht. Es werden Wasser und schwefligte Säure dabei gebildet und verflüchtigt, und ein schwarzgraues Pulver bleibt zurück, welches gegen harte Körper gerieben, ein metallisches Ansehen bekommt. Beim Auflösen in Säuren entwickelt es 7 Theile Wasserstoffgas und 1 Th. Schwefelwasserstoffgas. 100 Theile Eisen sind darin, nach Hn. Berzelius, mit 7,412 Schwefel verbunden, oder es besteht aus 93,1 Eisen und 6,9 Schwefel; es ist magnetisch.

Eine Verbindung von 2 M. G. Eisen mit 1 M .G.

Schwefel, welche dem spieglichen weißen Roheisen entsprechen würde, ist bis jetzt auch künstlich noch nicht dargestellt. Ein solches Schwefeleisen würde auf 100 Theile Eisen 14,824 Th. Schwefel enthalten, oder es würde aus 87,1 Eisen und 12,9 Schwefel bestehen.

2) Die Verbindung von 1 M. G. Eisen mit 1 M. G. Schwefel. Hr. Arfvedson erhielt sie, als er wasserfreies schwefelsaures Eisenoxydul in einem Strom von Schwefelwasserstoffgas erhitzte, wobei sich ebenfalls schwefligte Säure und Wasser bildeten und das Schwefeleisen pulverförmig zurück blieb. 100 Theile Eisen sind darin mit 29,648 Schwefel verbunden, oder das Schwefeleisen besteht aus 77,13 Eisen und 22,97 Schwefel. Ist magnetisch.

In den gesinterten Massen aus dem Gestelle des Koakhohenofens zu Gleiwitz, habe ich eine krystallisirte Schwefelverbindung gefunden, welche aus Schwefelmangan und Schwefeleisen in solchen Verhältnissen zusammengesetzt ist, daß beide Metalle mit gleichen Mischungsgewichten Schwefel verbunden sind. Dies Schwefelmetall ward vom Magnet nur sehr wenig gezogen. Es ist daher wohl möglich, daß diese Schwefelungsstufe auch einmal in der Natur angetroffen wird.

Die beiden Verbindungen 1 und 2 verwandeln sich, wenn Schwefelwasserstoffgas in glühendem Zustande über sie hinweggeleitet wird, durch Aufnahme eines neuen Antheils Schwefel, in Schwefeleisen welches 1 M. G. Eisen und 2 M. G. Schwefel enthält. (§. 186.)

3) Die Verbindung von 1 M. G. Eisen mit 3 M. G. Schwefel (welche dem Eisenoxyd oder dem schwefelsauren Oxydsalze entspricht) läßt sich, nach Hn. Berzelius, darstellen, wenn wasserfreies reines Eisenoxyd in einen Strom von Schwefelwasserstoffgas, in einer Temperatur, welche die Siedhitze des Wassers nicht übersteigt, so lange

erhitzt,

erhitzt, als sich noch Wasserdämpfe erzeugen. Das gebildete Schwefeleisen hat dieselbe äußere Gestalt, welche das angewendete Stück Eisenoxyd besaß. Es bildet eine graue, etwas ins Gelbliche sich ziehende Masse, die unter dem Polirstahl glänzender wird, sich an der Luft nicht verändert aber bei der Destillation, unter Entbindung von Schwefel in Schwefeleisen verwandelt wird, welches 1 M. G. Eisen und 2 M. G. Schwefel enthält. — 100 Eisen sind darin mit 88,965 Schwefel verbunden, oder es besteht aus 52,9 Eisen und 47,1 Schwefel. In Säuren löst es sich nur theilweise auf, indem ein Theil als Schwefeleisen im Maximo (§. 187) zurück bleibt.

Arfvedson; im Arch. f. Bergb. u. Hüttenwesen. VII. 510. — Karsten; Ebendas. IX. 532. — Berzelius. Ebendas. XIV. 450.

§. 186.

Die Verbindung von 1 M. G. Eisen mit 2 M. G. Schwefel läßt sich, bei gehöriger Vorsicht, durch das unmittelbare Zusammenschmelzen beider Körper darstellen. Nach Hn. Berthier werden sowohl die schwefelsauren Oxydulsalze als die schwefelsauren Oxydsalze, bei der Reduktion durch Kohle in der Glühhitze, in Schwefeleisen von dieser Verbindungsstufe umgeändert. Eine andere Art der künstlichen Darstellung ist schon vorhin (§. 185) vorgekommen, und auch die nächst folgende Verbindung (§. 187) ändert sich durch Glühen in verschlossenen Gefäßen in Schwefeleisen von 1 M. G. Eisen und 2 M. G. Schwefel um.

Soll dies Schwefeleisen durch unmittelbares Zusammenschmelzen bereitet werden, so muß man zerschnittenes Eisenblech in verschlossenen Thontiegeln mit Schwefel glühen. Es ist dazu eine starke Rothglühhitze erforderlich, in welcher aller Schwefel, welcher etwa in Ueberfluß vorhanden wäre, verflüchtigt wird. Setzt man in diesem Fall

die Erhitzung nicht so lange fort, bis sich keine Schwefeldämpfe mehr entbinden, so wird das Schwefeleisen nicht rein, sondern mit dem folgenden, welches eine höhere Schwefelungsstufe hat, verunreinigt. Ist die Hitze aber zu stark, so daß das Schwefeleisen flüssig wird, so hat man in dem Fall, daß mehr Eisen vorhanden wäre, als Schwefel zur Bildung dieser Verbindung vorhanden ist, eine Verunreinigung derselben mit Schwefeleisen auf einer niedrigeren Schwefelungsstufe zu befürchten, indem das Schwefeleisen in der starken Hitze das in Uebermaaß vorhandene Eisen auflös't.

Dieses Schwefeleisen bildet eine gelbe, dem Magnet noch folgsame Masse. Es entspricht dem Eisenoxydul oder dem schwefelsauren Oxydulsalze. 100 Eisen nehmen darin 59,39 Schwefel auf, oder es besteht aus 62,77 Eisen und 37,23 Schwefel. In Säuren lös't es sich ohne Rückstand von Schwefel und unter Entwickelung von reinem Schwefelwasserstoffgas auf. — In der Natur ist diese Schwefelverbindung bis jetzt noch nicht rein angetroffen worden. Sie führt gewöhnlich den Namen Magnetkies, weil man lange Zeit der Meinung war, daß der natürliche Magnetkies eben so zusammengesetzt sey, welches indeß nur annäherungsweise der Fall ist. — Unter den Eisenkiesen in den Steinkohlengruben sollen Verbindungen vorkommen, welche der Zusammensetzung des künstlichen Magnetkieses sehr nahe entsprechen, weshalb sie zur Verwitterung und zur Vitriolbildung sehr geneigt seyn sollen. Die Bedingungen zu dieser Verwitterung und Zersetzung sind der Zutritt von Wasser und Luft, oder auch nur von feuchter Luft. Diese Zersetzungen sind mit starker Hitzenentwickelung verbunden, welche häufig bis zu Entzündungen steigen.

Berthier; im Archiv f. B. u. H. VII. 209.

§. 187.

Die Verbindung von 1 M. G. Eisen mit 4 M. G. Schwefel ist die höchste bekannte Schwefelungsstufe des Eisens. Sie kommt in der Natur unter dem Namen des Schwefelkieses vor. Künstlich bereitet man sie, wenn man künstlichen Magnetkies mit der Hälfte seines Gewichtes Schwefel zusammen reibt und den Schwefel, in einer Temperatur, welche die braunrothe Glühhitze noch nicht erreicht, abdestillirt. Es bleibt ein dunkelgelbes, metallisches und sehr voluminöses Pulver zurück, welches von keiner Säure, außer von Salpetersäure oder Königswasser angegriffen wird. Mit Salpetersäure behandelt, hinterläßt es Schwefel und ändert sich in schwefelsaures Eisenoxyd um. In verschlossenen Gefäßen geglühet, verflüchtigt sich ein Theil Schwefel und es entsteht wieder Magnetkies. Hat die Luft beim Glühen Zutritt, so wird es zuletzt gänzlich in rothes Eisenoxyd umgeändert. — Dieses Schwefeleisen besteht aus 45,74 Eisen und 54,26 Schwefel; oder 100 Th. Eisen sind darin mit 118,68 Schwefel verbunden.

Hr. Berzelius hat noch ein anderes Verfahren gezeigt, dieses Schwefeleisen im Maximo künstlich darzustellen. Es besteht darin, daß man Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat, sowohl künstliches als natürliches, in Pulvergestalt oder in Krystallen, und Spatheisenstein, gepulvert oder in Krystallen, bei einer Temperatur, welche die Wassersiedhitze übersteigt, aber die Glühhitze noch nicht erreicht, einem Strom von Schwefelwasserstoffgas aussetzt. Sobald keine Gewichtszunahme mehr zu bemerken ist, hört die Einwirkung auf. Werden die Hydrate, Oxyde oder kohlensauren Oxydule in Gestalt von Krystallen angewendet, so behalten sie ihre äußere Gestalt so genau, daß die vorher glänzenden uud matten Flächen auch wieder glänzend und matt werden, und diese Epigenie erstreckt sich sogar auf die Aehnlichkeit

der Blätterdurchgänge bei den ursprünglichen Krystallen. — Stellt man den Proceß ein, nachdem zwar schon alles Oxyd zerlegt ist, aber ehe die Entbindung von reinem Wasserstoffgas aufgehört hat, so erhält man ein Gemenge von Schwefeleisen im Maximo mit einigen von den niedrigeren Schwefelungsstufen, welches sich an freier Luft, schon nach Verlauf von 12 Stunden, mit Eisenvitriol überzieht, und nach 3 oder 4 Tagen zu einer Masse von zehnmal größeren Volum aufschwellt, in welcher ein haarförmiges Salz und unzersetztes Schwefeleisen im Maximo angetroffen werden.

Berzelius; im Archiv. f. B. u. H. XIV. 450.

§. 188.

Das Schwefeleisen im Maximo (§. 187) kommt, unter dem Namen des Schwefelkieses, sehr häufig in der Natur, theils rein, theils in Verbindung mit anderen Schwefelmetallen vor. Der reine Schwefelkies, dessen Krystallgestalt zum sphäroedrischen System gehört, besitzt eine gelbe Farbe mit metallischen Glanz und eine solche Härte, daß er mit dem Stahl Feuer giebt. Der Kammkies, welcher sich durch sein leichtes Verwittern an der Luft, oder durch seine Neigung zur Vitriolbildung, von dem gewöhnlichen Schwefelkies so auffallend unterscheidet, ist doch, wie Hr. Berzelius gezeigt hat, von dem Schwefelkies in der Zusammensetzung nicht verschieden. Der von Hn. Berzelius untersuchte Kammkies enthielt 45,07 Eisen, 0,70 Mangan, 53,35 Schwefel und 0,80 Kieselerde. Was den Kammkies zur Verwitterung so geneigt macht, ist daher noch problematisch.

Berzelius; im Archiv f. B. u. H. III. 239.

§. 189.

Das Schwefeleisen, welches in der Natur unter dem

Namen des Magnetkieses vorkommt, ist auf sehr mannigfaltige Weise zusammengesetzt. Alle diese Zusammensetzungen lassen sich als Verbindungen von zwei Schwefelungsstufen, nämlich von dem künstlichen Magnetkies (§. 186) mit dem Schwefeleisen im Maximo (§. 187) berechnen. Hr. Stromeyer hat in dem Magnetkies von der Treseburg 59,85 Eisen uud 40,15 Schwefel gefunden, so daß dieser Magnetkies, nach der Berechnung, aus einem Antheil Schwefeleisen im Maximo mit einem Antheil künstlichem Magnetkies dergestalt zusammengesetzt ist, daß der Schwefelgehalt des ersteren den dritten Theil von dem des letzteren beträgt ($Fe S^4 + 6 Fe S^2$); andere natürliche Magnetkiese (von Barèges, welcher 56,375 Eisen und 43,625 Schwefel enthält) entsprechen einem Verhältniß, bei welchem die beiden Schwefelungsstufen gleiche Quantitäten Schwefel enthalten ($Fe S^4 + 2 Fe S^2$) — Hr. H. Rose fand den schönen blättrigen Magnetkies von Bodenmais zusammengesetzt aus: 60,52 Eisen, 38,78 Schwefel und 0,82 Kieselerde. Diese Zusammensetzung entspricht ziemlich genau der reinen Verbindung von $Fe S^2$, obgleich der Schwefelgehalt etwas zu groß ist, weshalb beim Auflösen dieses Magnetkieses in Säuren auch etwas Schwefel in Substanz zurückbleibt.

In vielen Fällen läßt es sich auf den polirten Flächen des Magnetkieses, schon mit unbewaffnetem Auge, sehr deutlich bemerken, daß man nicht mit einer homogenen Verbindung, sondern mit einem Gemenge zu thun hat; in andern Fällen ist freilich nicht zu läugnen, daß die Art, wie die Zusammensetzung der Kiese berechnet wird, wirklich etwas Willkührliches haben kann. So fand Hr. H. Rose z. B. den Kupferkies von Ramberg in Sayniſchen zusammengesetzt, aus: 34,40 Kupfer, 30,57 Eisen, 35,87 Schwefel und 0,27 Kieselerde. Diese Zusammensetzung entspricht

sowohl der Formel Fe S^2 + Cu S^2, als der Formel Fe S^3 + Cu S. Hr. Rose giebt der letzten Formel den Vorzug. Dann darf freilich dieser Kupferkies nicht magnetisch sein, aber er muß bei der Destillation in der Glühhitze einen Theil seines Schwefelgehaltes abgeben, welcher nach der ersten Formel vom Schwefelkupfer und nach der letzten vom Schwefeleisen entlassen wird.

Hr. Berthollet war vorzüglich der Meinung, daß Eisen und Schwefel, auch in den natürlichen Kiesen, in unendlichen und unbestimmten Verhältnissen mit einander verbunden seyn könnten. Diese Ansicht ist indeß nur von wenigen Chemikern angenommen worden.

Proust, über d. metallischen Schwefelverbindungen; in Gehlen's N. Journ. f. Chemie, IV. 383—391. — Hatchett Analyse des Magnetkieses, und über das quantitative Verhältniß des Schwefels mit dem Eisen. Ebendas. VI. 320—355. — Berthollet über das quantitative Verhältniß d. Schwefels zum Eisen, in Gehlen's Journ. f. Chemie u. Physik, I. 109 u. f. — Bucholz und Gehlen über das Schwefeleisen; Ebend. IV. 291. V. 621 u. f. — Gueniveau und Proust über die Entschwefelung d. Metalle, Ebend. V. 616 u. f. — Berzelius über d. einfachen Verhältnisse u. s. f. in Gilbert's Ann. d. Phys. XXXVII. oder Neue Folge. VII. 298 u. f. — Rinmann a. a. O. II. 502. — Stromeyer, über das Verhältniß der Bestandtheile des Magnetkieses; in Gilbert's N. Ann. der Phys. XVII. 90. u. f. — Desselben Analyse zweier Magnetkiese, und Untersuchungen über d. künstl. Magnetkies; Ebend. XVIII. 183—192. — Berzelius Bemerkungen über Hrn. Stromeyer's Angaben; Ebendas. 209 u. f. — H. Rose über das Mischungsverhältniß des Kupferkieses und des Magnetkieses; Archiv f. B. u. H. VII. 227. — Untersuchung eines Magnetkieses von der Fahlu Grube; Archiv u. f. f. B. XIV. 453.

§. 190.

Das Schwefeleisen läßt sich durch Erhitzen mit Wasserstoffgas nicht in reguliniſches Eiſen umändern, und es iſt ſogar nicht einmal möglich, den Schwefelkies auf dieſe Weiſe in Magnetkies (§. 186) zu verwandeln, indem es nach Herrn H. Roſe nur in $FeS^4 + 6FeS^2$ (§. 189) umgeändert wird. — Die Eigenſchaft des Schwefeleiſens im Maximo, oder des natürlichen Schwefelkieſes, einen Theil ſeines Schwefelgehalts in der Glühhitze abzutreten, macht die Schwefelfabrikation aus Schwefelkieſen im Großen möglich. Die Art der Gewinnung des Schwefels aus den Kieſen in den Schwefelbrenn- oder Schwefeltreiböfen, und die Läuterung des gewonnenen Rohſchwefels in den Läuteröfen, iſt der Gegenſtand der Schwefelhüttenkunde. — Hr Stromeyer hat gefunden, daß der Schwefelkies bei der trockenen Deſtillation, in einer Temperatur, welche die volle Rothglühhitze erreicht, noch nicht in reinen Magnetkies (§. 186), in welchem 100 Eiſen mit 59,39 Schwefel verbunden ſind, umgeändert werden kann, ſondern daß dazu ein höherer Hitzgrad erforderlich iſt. Beim Rothglühen bildet ſich ein Magnetkies, welcher eben ſo zuſammengeſetzt iſt, wie einige natürliche Magnetkieſe, indem es aus 60 Eiſen und 40 Schwefel beſteht, ſo daß bei 100 Th. Eiſen noch 67 Th. Schwefel zurück bleiben. — Dies iſt eine Verbindung des Eiſens mit Schwefel, welche mit der Verbindung des Eiſens mit Sauerſtoff, ſo wie ſie im Glühſpan ſtatt findet (§. 162.) übereinſtimmen würde. Eben dieſe Verbindung iſt es auch, welche beim Erhitzen des Schwefelkieſes mit Waſſerſtoffgas zurück bleibt.

Schlüter, Gründl. Unterricht von Hüttenwerken, 202 u. f. — Lampadias Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde, II. B. 3 S. 252. u. f. — Roſe im Archiv f. Bergbau. XI. 427.

§. 191.

Schon durch das bloße Vermengen des gepulverten Schwefels mit fein zertheiltem Eisen, und durch das wiederholte Befeuchten des Gemenges mit Wasser, entsteht zuletzt eine Erhitzung und eine Zersetzung dieser drei Substanzen, wobei sich ein Gemenge von Schwefeleisen und schwefelsaurem Eisen bildet. Die näheren Umstände sind noch nicht genau bekannt. Bei großen Quantitäten von Eisenfeile und Schwefel ist die Erhitzung so stark, daß sich das Gemenge entzündet. — Das Eisen entzieht den meisten Metallen den Schwefel, und auf der größeren Verwandtschaft des Eisens als des Bleies, Silbers, Queckfilbers u. s. f. zum Schwefel, ist die Anwendung des metallischen Eisens beim Zugutemachen der Bleiglanze, der geschwefelten Silbererze, des Zinnobers u. s. f. begründet.

§. 192.

Bei den Verhältnissen des Schwefels zum Eisen, selbst bei denen, welche bei der niedrigsten bekannten Schwefelungsstufe statt finden, hat das Eisen ganz andere Eigenschaften als im Zustande des Stabeisens, des Stahls oder des Roheisens erhalten. Es ist nämlich zu einer ungleich leichtflüssigeren, äußerst spröden Masse geworden, welche einen sehr geringen Grad von Festigkeit besitzt. Daraus leuchtet es ein, daß der Schwefelgehalt der Erze bei der Eisenfabrikation sehr nachtheilig seyn muß, und daß Erze, welche einen großen Schwefelkiesgehalt haben, gar nicht verschmolzen werden können. Die Wirkung des Schwefeleisens auf das Eisen ist nach allen Erfahrungen so groß, daß selbst ein durch die Analyse kaum aufzufindender Gehalt von Schwefel im Eisen das Eisen rothbrüchig macht. Obgleich wahrscheinlich noch andere Körper den Rothbruch des Eisens bewirken, so besteht doch die Wirkung des Schwe-

fels auf das Eisen darin, daß es schon durch sehr geringe Quantitäten Schwefel rothbrüchig wird. Der Grad des Rothbruchs ist von der Quantität des Schwefels abhängig, welche mit dem Eisen verbunden ist. Ein geringer Grad von Rothbruch ist nicht sehr zu fürchten, weil das rothbrüchige Eisen in der Regel ein weiches, aber festes Eisen zu seyn pflegt; die höheren Grade des Rothbruchs machen das Eisen aber zu jeder Verarbeitung untauglich und unbrauchbar. Welches das Minimum des Schwefelgehalts seyn kann, bei welchem dem Eisen die nachtheiligen Eigenschaften des Rothbruchs noch nicht in einem bemerkbaren Grade mitgetheilt werden; darüber hat man bisher keine bestimmte Antwort geben können, weil der Schwefelgehalt des rothbrüchigen Stabeisens so geringe ist, daß er sich bei analytischen Untersuchungen nicht leicht bestimmen ließ.

§. 193

Um zu erfahren, bei welchem Schwefelgehalt das Stabeisen zur Verarbeitung unter dem Hammer ganz untauglich wird, habe ich in Oberschlesien, in Ermangelung von kiesigen Erzen, der Erzgattirung etwas Gips zusetzen und das erhaltene Roheisen verfrischen lassen. Das Stabeisen war in einem so ausgezeichneten Grade rothbrüchig, daß es zwar in der Weißglühhitze noch etwas unter dem Hammer zusammen hielt, aber bei eintretendem Rothglühen so viele und tief in die Eisenmasse eindringenden Kantenbrüche bekam, daß es nicht möglich war, es völlig auszuschmieden. Die Schweißbarkeit dieses Stabeisens schien gänzlich verloren zu seyn. Die Analyse ergab nur einen Schwefelgehalt in diesem überaus rothbrüchigen Eisen von 0,03375 Procent, oder es fanden sich in 100,000 Theilen Eisen noch nicht völlig 34 Theile Schwefel. Es ergiebt sich daraus, wie geringe der Schwefelgehalt des Stabeisens nur seyn darf, um es ganz unbrauchbar zu machen.

In einem anderen, übrigens festen und guten Stabeisen, welches aber wegen seiner verminderten Schweißbarkeit und wegen der Neigung zu Kantenbrüchen, für rothbrüchiges Eisen gehalten werden mußte, konnten durch die Analyse nur 0,01 Procent Schwefel, oder in 10,000 Theilen Eisen nur 1 Theil Schwefel gefunden werden.

So geringe Quantitäten Schwefel lassen sich auf die gewöhnliche Weise, nämlich durch Umänderung des Schwefels in Säure und durch die Behandlung der sauren Flüssigkeit mit Baryterdesalzen nicht auffinden. Es ist nothwendig, das Eisen in der gewöhnlichen mittleren Temperatur in Salzsäure aufzulösen und die sich entwickelnden Gasarten durch eine Auflösung von essigsaurem Bleioxyd zu leiten, um aus dem sich niederschlagenden Schwefelblei die Menge des Schwefels berechnen zu können.

Eisen und Phosphor.

§. 194.

Die Eigenschaft des Phosphors, schon in sehr niedrigen Graden der Temperatur zu verbrennen, macht die unmittelbare Verbindung desselben mit dem höchst strengflüssigen Eisen sehr schwierig. Am leichtesten gelingt die Verbindung durch die Reduktion des phosphorsauren Eisens mit Kohle, welche schon in der braunrothen Glühhitze statt findet. Ein stärkerer Hitzgrad ist erforderlich, wenn statt des phosphorsauren Eisens ein Gemenge von Eisenfeile mit Phosphorsäure und Kohle angewendet wird. Bei dem letzten Verfahren hat man keine Verunreinigung mit Kohleneisen zu befürchten welche bei der Reduktion des phosphorsauren Eisensalzes sehr leicht statt findet, wenn man von dem Salze nicht mehr anwendet, als durch die zuge-

setzte Kohle reducirt werdeu kann. Die Darstellung des Phosphoreisens durch Reduktion der Eisenoxyde durch Phosphor, wobei der Zutritt aller Kohle gänzlich ausgeschlossen wird, ist deshalb unmöglich, weil die Eisenoxyde zu ihrer Reduktion einen hohen Grad von Glühhitze erfordern, wobei in sich der Phosphor größtentheils schon in Substanz zu verflüchtigen scheint. Wird aber auch der Phosphor in so großer Quantität zugesetzt, daß die Reduktion wirklich erfolgt; so bildet sich Phosphorsäure, welche mit dem reducirten Eisen zu phosphorsaurem Eisen in Verbindung tritt, und zur Entstehung einer schlackigen Masse Anlaß giebt. — Hr. Pelletier will zwar auch dadurch Phosphoreisen erhalten haben, daß er reguliniſches Eisen mit verglaßter Phosphorsäure, oder mit phosphorsauren Salzen zusammenschmolz, indem ein Theil des Eisens die Reduktion der Phosphorsäure bewirkte und sich verschlackte, der andere Theil aber mit dem reducirten Phosphor zu Phosphoreisen zusammentrat. Diese Angabe ist aber durchaus falsch, indem eine Reduktion der Phosphorsäure durch Eisen, ohne Zutritt von Kohle, gar nicht statt findet, und daher das von Hn. Pelletier angewendete Eisen viel Kohle enthalten haben muß.

§. 195.

Auch dadurch, daß man Eisenfeile in einem Tiegel stark roth glühet, und nach und nach Phosphor in Substanz aufträgt, aber jedesmal den Tiegel sorgfältig wieder bedeckt, läßt sich das Phosphoreisen rein darstellen. — Dies Phosphoreisen bildet eine sehr spröde, graulichweiße und leichtflüssige Masse, welche in verschlossenen Gefäßen unverändert bleibt, und auch in der stärksten Hitze den Phosphorgehalt nicht hergiebt; unter der Muffel beim Zutritt der Luft geglüht, soll der Phosphor, nach Pelletier's Er-

fahrung, abbrennen (?) und es soll größtentheils reines Eisenoxyd zurückbleiben, welches indeß ohne Zweifel phosphorsaures Eisen gewesen seyn wird. — Das Phosphoreisen ist nicht magnetisch und wird auch von den Säuren nicht angegriffen. Nur das Königswasser und die Salpetersäure zersetzen es in der Siedhitze.

Extrait d'un second mémoire sur le phosphore, dans lequel il est traité de sa combinaison indirecte avec les substances metalliques, par Mr. Pelletier in de la Metherie's Observ. sur la Phys. XXXIV. 193 u. f.

§. 196.

Man kennt bis jetzt nur eine einzige Verbindung des Phosphors mit dem Eisen nach einem bestimmten und festen Mischungsverhältniß. Das Phosphoreisen nämlich, welches so, wie §§. 194. 195. angegeben worden, bereitet ist, besteht aus 2 M. G. Eisen und 1 M. G. Phosphor. Diese Verbindung entspricht also dem Kohleeisen, so wie dasselbe in dem reinsten Spiegelroheisen vorkommt. — Dies Phosphoreisen besteht aus 77,14 Eisen und aus 22,86 Phosphor. Höhere Verbindungsstufen des Phosphors mit dem Eisen scheinen gar nicht darstellbar zu seyn, und eben so wenig kennt man bis jetzt niedrigere Verbindungsstufen, bei welchen ein bestimmtes Mischungsverhältniß gefunden würde. Dagegen scheint sich aber der Phosphor, in geringeren Verhältnissen wie dasjenige ist, welches bei dem eigentlichen Phosphoreisen zum Grunde liegt, auf eine ganz unbestimmte Weise mit dem Eisen verbinden zu können.

Das Phosphoreisen kommt in der Natur nicht vor, wenigstens ist es bis jetzt noch nicht gefunden worden.

Die künstlichen Verbindungen des Phosphors mit dem Eisen entstehen, zum Nachtheil für den Eisenhüttenmann, durch das Verschmelzen der Phosphorsäure haltenden Ei-

senerze. Die Asche der Kohlen, welche als Brennmaterial dienen, und sehr viele Erze, enthalten Beimengungen von phosphorsauren Eisensalzen, welche beim Verschmelzen zu Phosphoreisen reducirt werden und sich dann mit dem übrigen Eisen verbinden. Daher wird der Phosphor in allem Eisen und zwar in höchst verschiedenen Verhältnissen angetroffen.

Das phosphoreisenhaltige Eisen läßt sich gut schweißen, nimmt auch schneller die Schweißhitze an als jedes andere Eisen, verhält sich in allen Hitzgraden wie gutes, aber sehr weiches Eisen, und verbreitet glühend weder einen Dampf, noch einen Geruch; allein nach dem Erkalten zeigt es wenig Festigkeit und ist kaltbrüchig. Der Kaltbruch des Eisens ist desto größer, je mehr Phosphor mit dem Eisen verbunden ist. — Mehrere andere Körper können zwar ebenfalls den Kaltbruch des Eisens bewirken, allein der Phosphor ist unbezweifelt am häufigsten und gewöhnlichsten die Ursache desselben. Wie groß die Menge des Phosphor im Eisen seyn kann, ohne daß sich die kaltbrüchige Eigenschaft des Eisens in einem merklichen Grade äußert, habe ich durch Untersuchungen von kaltbrüchigem Stabeisen auszumitteln gesucht.

§. 197.

Wenn so geringe Quantitäten Phosphor das Stabeisen in demselben Grade kaltbrüchig machten, als es durch den Schwefel rothbrüchig wird; so würden sich wenige Länder der Erzeugung eines festen und haltbaren Eisens erfreuen können. Ich habe Stabeisen von allen Graden des Kaltbruchs, erzeugt aus Roheisen, welches aus Wiesenerzen erblasen worden ist, untersucht, und dadurch die Ueberzeugung erhalten, daß ein Phosphorgehalt von 0,3 Procent noch gar keine Verminderung der Festigkeit des Stab-

eisens hervorbringt. Das Eisen konnte mit Recht als das beste und festeste Stabeisen betrachtet werden; auch war es nicht aus Wiesenerzroheisen gefrischt worden. Selbst bei einem Phosphorgehalt von 0,5 Procent hält das Stabeisen noch eine starke Schlagprobe aus. Erst bei einem Phosphorgehalt von 0,6 Procent verträgt das Stabeisen die starken Schlagproben nicht mehr, hält aber die Proben des Biegens unter einem rechten Winkel und des Werfens über dem Amboß noch ziemlich gut aus. Der Phorphorgehalt im Eisen kann bis 0,66 Procent steigen, ohne sich durch diese Proben als kaltbrüchiges Stabeisen zu zeigen. Erst bei einem Gehalt von 0,75 Procent Phosphor wird die Abnahme der Festigkeit merklich, indem es die Probe des Biegens und Werfens nicht völlig mehr aushält. Bei einem Phosphorgehalt von 0,8 Procent entsteht schon viel Bruch bei den Proben, und bei einem Gehalt von 1 Procent Phosphor wollen die Stäbe das Biegen unter einem rechten Winkel nicht mehr aushalten. Erhebt sich der Phosphorgehalt etwas über 1 Procent, so wird das Eisen sehr brüchig und kann nur noch zu sehr wenigen Zwecken für anwendbar gehalten werden.

Geringe Beimischungen von Phosphor sind in jedem Stabeisen anzutreffen, und es ist mir noch keines vorgekommen, welches davon ganz frei gewesen wäre. So lange diese Beimischungen noch unter 0,5 Procent bleiben, ist für die Beschaffenheit des Eisens wenig zu fürchten. Aus Eisenerzen welche einer Beimengung von phosphorsauren Eisensalzen nicht verdächtig sind, pflegt indeß so wenig Phosphor an das Roheisen zu treten, und aus diesem in das Stabeisen überzugehen, daß dasselbe selten mehr als 0,05 Procent Phosphor enthält. So geringe, und selbst bis zu 0,3 Prozent betragende Quantitäten Phosphor schei-

nen das Eisen nur härter zu machen, ohne seine Festigkeit zu vermindern.

§. 198.

Meyer und Bergman haben die Ursache des Kaltbruchs des Eisens — in so fern er vom Phosphor herrührt — zuerst aufgefunden. Sie übergossen die Eisenerze, aus denen man kaltbrüchiges Eisen erhält, oder auch das kaltbrüchige Eisen selbst, mit eben so viel koncentrirter Schwefelsäure, dem Gewicht nach, dickten die Mischung ein, laugten die eingedickte Masse mit sehr vielem Wasser aus, und ließen die schnell durchgeseihete klare Auflösung ruhig an freier Luft erkalten. Dadurch sonderte sich ein Pulver ab, welches sich als weißer Niederschlag zeigte, und welches durch Abgießen der darüber stehenden Auflösung, so wie durch gehöriges Aussüßen, rein und von allem Eisenocker frei erhalten werden konnte. Dies Pulver, welches auch nach dem Trocknen noch seine weiße Farbe behält, oder sich auch wohl blau färbt, ist feuerbeständig, löst sich in allen Säuren auf, wird durch Alkalien zersetzt (indem sich ein Theil Eisenoxyd abscheidet), schmelzt leichter als Roheisen, und giebt durch die Reduktion mit Kohle einen Metallkönig, den die Entdecker zuerst für eine besondere metallische Substanz hielten, welche sie Wassereisen (Hyderosiderum) nannten, und ihr die Ursache des Kaltbruchs des Eisens zuschrieben, weil das geschmeidige Eisen durch das Zusammenschmelzen mit dieser Substanz kaltbrüchig wird. Meyer selbst, und zu gleicher Zeit Herr Klaproth, entdeckten nachher durch synthetische Versuche, daß das Wassereisen kein besonderes Metall, sondern daß das weiße Pulver phosphorsaures Eisen sey, welches durch die Reduktion mit Kohle Phosphoreisen giebt — eine Entdeckung, die Scheele auf dem analytischen Wege bestä-

tigte, indem er das weiße Pulver durch Alkalien zersetzte und die Phosphorsäure mit dem Alkali verband. Nach Bergman variirt die Menge des weißen Niederschlags im kaltbrüchigen Eisen zwischen 0,1 und 0,16 Procent; weil dieser Niederschlag aber phosphorsaures Eisen ist, so beträgt die Quantität Phosphor darin noch nicht 0,05 Procent, indem in dem Eisen nicht Phosphorsäure (die erst durch den Proceß gebildet ward) sondern Phosphor enthalten ist. Diese Bestimmung ist indeß sehr unzuverläßig, weil sich nur ein Theil des Phosphorgehaltes des Eisens auf solche Weise abscheiden läßt. Herr Vauquelin hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß sich nur der geringste Theil des Phosphors bei der Behandlung des kaltbrüchigen Eisens mit Schwefelsäure in Phosphorsäure verwandelt, und daß der größte Theil des Phosphors als Phosphoreisen unzerlegt in den Rückständen der Auflösung aufgesucht werden muß. Wie der Phosphorgehalt des Eisens am zuverläßigsten zu bestimmen ist, wird später gezeigt werden.

Bergman de causa fragilitatis ferri frigidi in seinen Opusc. phys. chem. III. 109. und de analysi ferri; Ebendas. 98. — Meyer in den Schriften der Berl. Gesellsch. naturf. Freunde II. 334. III. 380. — Dessen Berichtigung in v. Crell's chem. Annalen f. 1784. I. 195 und 1786. II. 300. Klaproth vom Wassereisen. Ebendas. 390. — Scheele Zerlegung d. Wassereisens. Ebendas. f. 1785. II. 387. — Vauquelin Analyse einiger Sumpferze und seiner Schmelzproducte, in Gehlen's Journ. f. Chemie und Physik, III. 389.

Eisen und Kohle mit Schwefel.

§. 199.

Es ist schwer zu bestimmen, wie der Schwefel die Verbindung des Eisens mit der Kohle, und umgekehrt, wie die

die Kohle die Verbindung des Eisens mit dem Schwefel modificirt. Durch einen großen Schwefelgehalt werden die charakteristischen Wirkungen der Kohle auf das Eisen ganz aufgehoben, wenigstens hat man bis jetzt noch keine Verschiedenheit des Verhaltens des Stabeisens, des Stahls, des grauen und des weißen Roheisens, in der Verbindung mit vielem Schwefel, auffinden können; sondern das Eisen verhält sich in dieser Verbindung immer nur als Schwefeleisen, und der größere oder geringere Kohlegehalt des zur Verbindung mit Schwefel angewendeten Eisens äußert keine bekannte Verschiedenheit im Verhalten des entstandenen Schwefeleisens. Daß aber dennoch eine Verschiedenheit stattfinden muß, ist um so weniger zu bezweifeln, als sich der größere oder geringere Kohlegehalt des Eisens dabei nicht durchaus leidend verhalten kann. Graphit und Schwefel gehen, nach Scheele's Versuchen, keine Verbindung mit einander ein; Kohle und Schwefel vereinigen sich aber mit einander, und bilden unter gewissen Umständen einen von Hn. Lampadius zuerst entdeckten flüchtigen Körper, den sogenannten Schwefelalkohol (oder den Kohlenstoffschwefel, Schwefelkohlenstoff). Ob dieser Körper auch dann entsteht, wenn das Kohle enthaltende Eisen in solche Verhältnisse gebracht wird, daß es sich mit Schwefel verbinden kann, ist noch unentschieden. Vorzüglich erscheint es zweifelhaft, ob das vollkommene Spiegelroheisen, welches eine Verbindung von Fe^2 mit C ist, noch Schwefel aufzunehmen vermag. Dies würde nur dann geschehen können, wenn das Eisen dabei entweder auf eine höhere, noch unbekannte Stufe des Kohlegehaltes gebracht würde, oder wenn sich der Schwefel mit einem entsprechenden Antheil Kohle verbände und sich mit demselben verflüchtigte. In jedem Fall wird die Verbindung des Schwefels mit Stabeisen leichter als mit Stahl und mit

grauem Roheisen, und mit diesen beiden Eisenarten leichter als mit dem weißen Roheisen erfolgen müssen. Schmelzversuche im Kleinen, in Tiegeln, berechtigen zu dem Schluß, daß der Schwefel die Kohle, aber nicht umgekehrt, die Kohle den Schwefel abzuscheiden vermag. Aber in welchem Zustande die Kohle abgetrennt wird, ist nicht mit Zuverlässigkeit anzugeben. Schmelzt man Spiegeleisen mit Schwefel in verschlossenen Tiegeln, so findet man die Kohle als einen rußartigen Körper, ohne Glanz, auf der unteren Fläche des Schwefeleisens .Diese Kohle hat alle Eigenschaften des Graphit und ist eben so schwer verbrennlich, verflüchtigt sich unter der Muffel auch ohne Rückstand, aber es fehlt ihr der Glanz.

Ganz anders ist das Verhalten bei der Reduktion der Eisenoxyde durch Kohle, wenn zugleich schwefelsaure Salze zugegen sind, indem der Schwefel alsdann an das Eisen tritt, noch ehe dasselbe Kohle aufgenommen hat. Die Erfahrung zeigt auch, daß eine dreifache Verbindung des Eisens, der Kohle und des Schwefels wirklich statt findet, indem auch das Roheisen mit dem größten Kohlegehalt einen Schwefelgehalt haben kann. In welchem Zustande diese dreifache Verbindung vorhanden ist, muß noch näher untersucht werden; es ist indeß nicht unwahrscheinlich, daß das Kohleeisen das geschwefelte Eisen aufgelöst hält, wenn nur so wenig Schwefel vorhanden ist, daß dadurch der charakteristische Einfluß der Kohle auf das Eisen nicht verloren geht.

Scheele Versuche mit Reißblei; in v. Crell's neuesten Entdeckungen, VII. 153. — Berzelius und Marcet, Versuche über den Schwefelalkohol oder den Schwefelkohlenstoff in Schweigger's neuem Journ. f. Chemie u. Phys. IX. 284 u. f. vergl. Gilbert's N. Annal. d. Physik, XVIII. 136—166. — Cluzel, über denselben Gegenstand.

Ebendaſ. 301 u. f. — Wirklichkeit des Schwefelkohlenſtoffs; ein Bericht über eine Abhandlung von Cluzel, abgeſtattet von Berthollet, Thenard und Vauquelin; in Gilbert's N. Annal. XIII. 419—438.

§. 200.

So weit die jetzigen Erfahrungen reichen, findet die unmittelbare Verbindung des Schwefels mit der Kohle nur dann ſtatt, wenn beide ſich im ungebundenen Zuſtande in der erhöheten Temperatur begegnen. Deshalb hat man den Schwefelkohlenſtoff auch nur durch Glühen des Schwefels mit der Kohle, oder des Schwefelkieſes, nicht aber des Magnetkieſes mit Kohle erhalten können. Ob das völlig mit Schwefel geſättigte Eiſen, welches in der Weißglühhitze für ſich allein unverändert bleibt, durch den Zutritt der Kohle eine Veränderung erleidet, bleibt den weiteren Unterſuchungen vorbehalten. Die genaue Kenntniß des Verhaltens dieſer Verbindung mit Kohle in den ſtärkſten Hitzgraden iſt für den Metallurgen von der höchſten Wichtigkeit, und eine baldige genaue Unterſuchung daher ſehr zu wünſchen. Nach meinen wiederholten Verſuchen bleibt das Schwefeleiſen im Minimo zwar völlig unverändert, wenn es auch ſtundenlang mit Kohle in der ſtärkſten Weißglühhitze erhalten wird; allein es nimmt noch etwas Kohle auf, und wird dadurch mürbe, vermuthlich weil ſich ein Theil des Schwefels verflüchtigt.

§. 201.

Wenn das Kohle haltende Eiſen ſo wenig Schwefel enthält, daß derſelbe die charakteriſtiſchen Wirkungen der Kohle auf das Eiſen nicht aufzuheben im Stande iſt, ſo bewirkt er eine größere Schmelzbarkeit, welche ſich beim Stabeiſen und Stahl dadurch äußert, daß beide ſchnel-

lere Schweißhitze annehmen, als das reine Eisen oder der reine Stahl für sich erhalten haben würden. Der Verbindung durch das Schweißen ist er aber hinderlich, vermuthlich weil das geschwefelte Eisen in der Weißglühhitze zu leichtflüssig ist. Mit der Eigenschaft des geschwefelten Eisens, in geringerer Hitze flüssig zu werden, aber schnell zu erkalten, hängt auch der schnelle Uebergang des rothbrüchigen Eisens und des Stahls aus der Weißglühhitze zur Rothglühhitze zusammen. Dieser schnelle Uebergang verhindert die Verbindung der Eisentheile unter einander, und bewirkt den Rothbruch, welcher sich in geringem Grade durch Kantenbrüche, in größerem Grade (wegen des gänzlichen Mangels der Schweißbarkeit) durch das völlige Zerfallen oder Auseinanderfallen des Eisens und Stahls, beim Schmieden unter dem Hammer äußert. — Stabeisen und Stahl, die im höchsten Grade rothbrüchig sind, müssen auch zugleich kaltbrüchig seyn, weil durch eine zu große Menge Schwefeleisen der Zusammenhang der Eisentheile aufgehoben wird.

Beim Roheisen äußert sich die Wirkung des Schwefeleisens noch auffallender durch den schnelleren und hitzigeren Fluß des Roheisens, und durch den schnellen Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand. Das schwefelhaltige Roheisen erkaltet bald, und erscheint daher auch, bei der geringsten Abnahme der Temperatur, schon ganz dickflüssig, mit rother Farbe. — Die vorzüglichste Wirkung des Schwefeleisens bei der Verbindung mit Roheisen, scheint darin zu bestehen, daß es die allgemeine Verbindung des Eisens mit Kohle befördert, wahrscheinlich weil es das Roheisen dünnflüssig macht, und es dadurch der Einwirkung einer höheren Temperatur, bei welcher die Graphitbildung allein nur stattfinden kann, entzieht. Deshalb ist es ungemein schwer, sowohl im Großen, als auch bei Tie-

gelproben im Kleinen, graues Roheiseu bei der Reduktion schwefel- oder schwefelsäurehaltiger Eisenerze zu bekommen, indem das Roheisen oder das Roheisenkorn immer eine weiße Farbe behält, und zur Graphitbildung wenig geneigt ist. Daß das graue Roheisen weiß wird, ohne seine Roheisennatur zu verlieren, wenn es, in Verbindung mit Schwefel, ganz langsam und ruhig erkaltet, wobei es sonst grau zu bleiben pflegt, ist eine merkwürdige Erscheinung, von welcher sich der wahre Grund noch nicht angeben läßt.

§. 202.

Hr. Evain in Metz machte zuerst aufmerksam, daß sich glühendes Eisen, selbst wenn es einen Zoll dick ist, in wenigen Sekunden vermittelst einer Schwefelstange, welche auf das glühende Eisen senkrecht gehalten wird, durchbohren lasse. Weil man der Schwefelstange jede beliebige Gestalt des Querschnitts geben kann, indem man den Schwefel in Formen gießt, deren Querschnitte der Gestalt entsprechen, welche das durch das Eisen zu bohrende Loch haben soll; so glaubte man, sich dieses einfachen Mittels bedienen zu können, um Löcher von jeder Gestalt durch das Eisen zu bohren. Zwar fallen die Löcher ziemlich rein und scharf aus, indeß läßt es sich doch nicht vermeiden, daß sich die Wirkung des abtropfenden Schwefels, auf beiden Flächen des Eisens, nicht auch rund um das durchgebohrte Loch erstreckt. Die Arbeit erhält daher ein schlechtes Ansehen und das Verfahren wird nur in wenigen Fällen zu empfehlen seyn. — Es hat sich aber dabei die merkwürdige Thatsache ergeben, daß der Schwefel keine Wirkung äußert, wenn das Eisen nur stark roth glühet, und selbst dann nicht, wenn es noch nicht volle Weißglühhitze hat. Die Verbindung des Eisens mit Schwefel erfordert also, wenn sie schnell und fast augenblicklich erfolgen soll, eine Temperatur,

welche der Weißglühhitze gleich kommt. Bei einer geringeren Temperatur verdampft der Schwefel und greift das Eisen wenig an, wenn er Gelegenheit hat, zu entweichen und wenn er in bedeckten Gefäßen nicht gegen schnelles Verflüchtigen geschützt wird. — Stahl schien noch schneller angegriffen zu werden, als Stabeisen. Der Grund ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß Stahl die Schweißhitze schneller annimmt als das Stabeisen. — Mit Roheisen, sowohl mit dem grauen als mit dem weißen, läßt sich gar kein Erfolg bewirken. Obgleich dieses Verhalten sehr gut mit der in §. 199 angegebenen Ursache übereinstimmt, so kann es doch deshalb nicht als Beweis für die dort entwickelten Gründe angesehen werden, weil das Roheisen, ohne in den Zustand der Flüssigkeit zu gerathen, gar nicht bis zu dem Grade der Temperatur erhitzt werden kann, welcher erfordert wird, wenn sich der Schwefel schnell und augenblicklich mit dem Eisen verbinden soll.

Evain in den Annales de Chimie et de Physique XXV. 107.

§. 203.

Es scheint nur ein geringer Schwefelgehalt erforderlich zu seyn, um das Roheisen dickflüssig zu machen. Diese Dickflüssigkeit ist wahrscheinlich auch die Ursache, weshalb alles Schwefel haltende Roheisen, besonders wenn es zur weißen Art gehört, sehr viele Höhlungen und Blasenräume erhält. In dem Roheisen, aus welchem das im §. 193 erwähnte sehr rothbrüchige Stabeisen gefrischt worden ist, habe ich doch nur einen Gehalt von 0,371 Procent Schwefel gefunden. Weil das Roheisen schon ein so überaus rothbrüchiges Stabeisen gab, daß es dadurch völlig unbrauchbar ward; so ist wohl nicht zu glauben, daß irgend wo Eisenerze verschmolzen werden, aus welchen Roheisen mit einem größeren Schwefelgehalt ausgebracht wird.

Eisen und Kohle mit Phosphor.

§. 204.

Dieselbe Ungewißheit wie bei dem Verhalten der dreifachen Verbindung des Eisens mit Kohle und Schwefel, findet auch bei der dreifachen Verbindung des Eisens mit Kohle und Phosphor statt. Eine Verbindung der Kohle mit Phosphor ist bis jetzt noch unbekannt, und was einige Chemiker dafür angesehen haben wollen, hat sich nicht als eine solche bestätigt. — Im Allgemeinen ist das Verhalten des Phosphors zum gekohlten Eisen, und des gekohlten Eisens zum Phosphor, dem des Schwefels analog. Ein Uebermaaß von Phosphor hebt die charakteristischen Wirkungen der Kohle auf das Eisen eben so auf, wie ein Uebermaaß von Schwefel. Die Wirkungen der Kohle auf das Phosphoreisen, in den höchsten Graden der Temperatur, sind ebenfalls noch völlig unbekannt.

§. 205.

Ist nur so wenig Phosphor mit dem Eisen verbunden, daß die charakteristischen Eigenschaften, welche das Eisen durch die Verbindung mit Kohle erhalten hat, nicht verloren gegangen sind; so besteht die Modification, welche das Eisen durch den Phosphorgehalt erleidet, ebenfalls darin, daß es leichtflüssiger wird. Das phosphoreisenhaltige Stabeisen und Stahl bekommen eher Schweißhitze und die Schweißbarkeit geht durch den Phosphorgehalt nicht verloren, welches vielleicht daher rührt, daß das Phosphoreisen nicht so, wie das Schwefeleisen, schnell erkaltet, sondern sehr lange die Hitze behält. Deshalb lassen sich phosphorhaltiges Eisen und Stahl auch in allen Graden der Glühhitze sehr leicht und gut schmieden, nur daß ein in hohem Grade kaltbrü-

chiges Eisen im weißglühenden Zustande sehr weich ist. So wie aber das Glühen aufhört und eine Erkaltung des Eisens eintritt, äußert sich die Wirkung des Phosphoreisens durch die sehr geringe Festigkeit des Eisens. Außerdem pflegt das phosphoreisenhaltige Eisen gewöhnlich hart zu seyn, so daß sich zu der natürlichen Mürbheit desselben auch noch die von der Härte abgeleitete Sprödigkeit gesellt, wodurch dies Eisen in der Kälte sehr brüchig wird, und daher auch kaltbrüchiges Eisen genannt wird.

Auch beim Roheisen zeigt sich der Phosphoreisengehalt durch einen schnelleren und ruhigeren Fluß, aber auch zugleich durch das Flüssigbleiben des Eisens, indem dasselbe wenigstens nicht schneller, wahrscheinlich aber noch langsamer erstarrt, als das völlig gutartige Roheisen. Das Phosphoreisen theilt dem Roheisen also nicht die von der schnellen Erstarrung herrührende Dickflüssigkeit des rothbrüchigen Roheisens, sondern einen dünnen Fluß mit, weshalb sich dies Eisen auch ganz vorzüglich zur Anfertigung von Gußwaaren eignet.

Der Graphitbildung strebt der Phosphor übrigens eben so — wenn gleich, wie es scheint, nicht in so hohem Grade — wie der Schwefel entgegen, und beide Körper verhalten sich in dieser Rücksicht gegen das Roheisen durchaus gleich.

§. 206.

Eben so wie dem Stabeisen, ertheilt der Phosphor auch dem Roheisen eine kaltbrüchige Beschaffenheit. Das aus Phosphorsäure haltenden Eisenerzen erblasene Roheisen muß daher ganz vorzüglich leicht zersprengbar seyn und wenig Festigkeit besitzen, wenn es zu der weißen Roheisenart gehört, indem sich dann zu der natürlichen Sprödigkeit alles weißen Roheisens auch noch diejenige gesellt, welche durch

den Phosphorgehalt herbeigeführt wird. — Weil der Phosphor dem Roheisen aber auch zugleich einen sehr dünnen Fluß ertheilt, ohne daß es dazu eines sehr gesteigerten Hitzgrades bedarf; so ist das durch Phosphor kaltbrüchige Roheisen, wenn es nicht zu viel Phosphor enthält, zu vielen Gußwaaren ganz vorzüglich anwendbar, indem es die feinsten Formen ausfüllt, ohne die Formenmassen stark anzugreifen. Der Phosphorgehalt des Roheisens aus solchen Erzen, in denen sich gar kein Phosphor auffinden läßt, beträgt selten unter 0,2 Procent. Der größte Phosphorgehalt welchen ich bisher im Roheisen aus Wiesenerzen gefunden habe, war 5,6 Procent. Bis zu welchem Grade der Phosphorgehalt steigen kann, ehe das Roheisen selbst zur Anfertigung von Gußwaaren unbrauchbar wird, läßt sich nicht bestimmen, weil man schwerlich in den Fall kommen wird, Eisenerze von einem so großen Gehalt an Phosphorsäure zu verschmelzen, daß das Roheisen mit demselben Recht Phosphoreisen als Roheisen genannt werden könnte.

Eisen und Säuren.

§. 207.

Daß das Eisen das Wasser, welches eine Beimengung von atmosphärischer Luft besitzt, schon in der gewöhnlichen, und das ganz reine Wasser schon in einer, den Siedepunkt noch nicht erreichenden Temperatur zersetzt und in Sauerstoff und Wasserstoff zerlegt, wovon der letztere als Wasserstoffgas entweicht, der erstere sich mit dem Eisen verbindet, ist schon oben (§. 164) bemerkt. Diese Zersetzung wird durch den Zutritt einer Säure ungemein befördert und beschleunigt. In den mehrsten Säuren, wenn dieselben wasserfrei dargestellt werden könnten, würde das Eisen daher (so wie jedes andere Metall) unauflösbar seyn, weil die Auflösung nur durch eine vorhergegangene Wasserzersetzung

möglich wird. Einige wenige Säuren, bei denen diese Regel eine Ausnahme erleidet, sind verschiedener darstellbarer Oxydationsstufen fähig und können daher auch die Oxydirung des Eisens, ohne welche eine Verbindung mit der Säure nicht statt finden würde, in derselben Art bewirken, wie sie bei den Wasser haltenden Säuren gewöhnlich durch das Wasser herbeigeführt wird. Die Auflösung des Eisens in wasserhaltigen Säuren ist also ein galvanisch-chemischer Proceß, indem die Säure, das Wasser und das Metall eine aus zwei flüssigen und einem festen Leiter zusammengesetzte einfache Kette bilden.

§. 208.

Auf die Kohle, auf den Schwefel und auf den Phosphor äußern nur diejenigen Säuren, welche mehrerer für sich darstellbarer Oxydationsstufen fähig sind, eine Wirkung, indem sie den genannten Körpern einen Theil ihres Sauerstoffs abtreten und sich selbst auf eine niedrigere Oxydationsstufe stellen. Daher erfolgt diese Wirkung auch fast immer nur in erhöheten Temperaturen. Daß die verdünnten Säuren auf Kohle, Schwefel und Phosphor nicht wirken, oder daß die genannten Körper keine Wasserzersetzung (wie viele Metalle) bewirken können, rührt ohne Zweifel daher, weil sie Isolatoren, oder wenigstens sehr schlechte Leiter sind, weshalb die galvanische Kette durch sie nicht geschlossen werden kann. Ganz anders ist das Verhalten dieser Körper, wenn sie mit dem Eisen verbunden sind; sie nehmen alsdann an der Wasserzersetzung thätigen Antheil indem sie sich theils mit dem Sauerstoff, theils mit dem Wasserstoff des Wassers verbinden, und daher theils als oxydirte Körper in der Auflösung zurückbleiben, theils in Verbindung mit dem Wasserstoff als Kohlenwasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas und Phosphorwasserstoffgas entweichen. In

welchem Verhältniß die Theilung zwischen dem Sauerstoff und dem Wasserstoff des Wassers geschieht, ist noch nicht durch Versuche ausgemittelt; auch hängt dabei ohne Zweifel sehr viel von dem Grade der Koncentration der Säure und von der Temperatur ab, in welcher die Auflösung geschieht.

§. 209.

Die Gasarten, welche sich bei der Auflösung des Eisens in Säuren entwickeln, sind außer von der Beschaffenheit der Säure selbst, auch von dem Grade der Koncentration derselben abhängig. Nach der verschiedenen Beschaffenheit der Säure entwickeln sich im Allgemeinen vier verschiedene Luftarten, nämlich Wasserstoffgas, schwefligtsaures Gas, Salpetergas, oder oxydirtes Stickgas. Das Wasserstoffgas entsteht jedesmal bei der Auflösung des Eisens in allen Säuren, koncentrirte Schwefelsäure allein ausgenommen. Salpetergas oder oxydirtes Stickgas entwickeln sich bei der Auflösung des Eisens in Salpetersäure; das erstere, wenn die Säure koncentrirt, das letztere, wenn sie beträchtlich verdünnt ist. Das schwefligtsaure Gas entweicht bei der Behandlung des Eisens mit vollkommen koncentrirter Schwefelsäure in erhöheter Temperatur. Weil die Schwefelsäure in der erhöheten Temperatur, und die Salpetersäure schon in den niedrigsten Wärmegraden einen Theil ihres Sauerstoffgehaltes hergeben, wenn ihnen eine oxydable Grundlage dargeboten wird; so entweicht der zerlegte Antheil in einem niedrigeren Oxydationszustande als neutrale Verbindung (als schwefligtsaures Gas, oder als Salpetergas, oder oxydirtes Stickgas), und der Sauerstoff tritt an die oxydable Grundlage. Enthielt das Eisen Kohle, Schwefel oder Phosphor, so bleibt der ganze Gehalt als veränderte Kohle, (in einem sehr verschiedenartigen Zustande, nämlich theils

von der Säure wirklich aufgelöſ't, theils als unaufgelöſ'ter und oxydirter Rückstand) als Schwefelsäure, oder als Phosphorsäure in der Auflösung des Eisens zurück, wenn zur Auflösung koncentrirte Schwefelsäure oder Salpetersäure genommen werden. Bei der Anwendung aller übrigen Säuren und der verdünnten Schwefelsäure tritt aber ein anderer Umstand ein, nämlich die Verbindung des Schwefels, des Phosphors und der Kohle mit dem sich entwickelnden Wasserstoff. Es bleibt in diesem Zustande nur ein Theil jener Körper oxydirt in der Auflösung des Eisens zurück, ein anderer wird im gasförmigen Zustande mit fortgeführt. Dies ist der Grund, warum nach Berzelius die Schwefelsäure (nämlich die verdünnte) und die Salzsäure kein so empfindliches Reagens auf den Kohlegehalt u. s. f. des Eisens sind, als die Salpetersäure, indem sie oft einen ganz weißen, ungefärbten Rückstand hinterlassen, wenn die Salpetersäure einen braunen oder schwarzen giebt. Wenn es daher darauf ankommt, den Schwefel- oder Phosphorgehalt des Eisens in der Auflösung selbst aufzusuchen; so darf nur Salpetersäure oder Königswasser angewendet werden. Bei allen übrigen Säuren wird der Schwefel völlig, und der Phosphor zum Theil als Schwefelwasserstoffgas oder als Phosphorwasserstoffgas verflüchtigt, weshalb das sich entwickelnde Gas sorgfältig aufgefangen und untersucht werden muß, um den Schwefel- oder Phosphorgehalt des Eisens zu erfahren. Das Schwefeleisen in dem Verbindungszustande, wie es sich im Stabeisen, Stahl und Roheisen befindet, läßt bei der Auflösung in Salzsäure nicht eine Spur von Schwefel oder Schwefelsäure zurück, soudern aller Schwefel wird als hepatisches Gas entwickelt. Deshalb ist selbst das Königswasser kein zuverlässiges Auflösungsmittel, um den Schwefelgehalt des Eisens auszumitteln. — Dagegen läßt sich der Phosphorgehalt nur durch Umände-

rung des Phosphors in Säure, vermittelst der Salpetersäure oder des Königswassers in der Siedhitze, bestimmen. — Der Kohlegehalt hingegen kann auf keine Weise durch Auflösen des Eisens in Säuren ausgemittelt werden, weil ein Theil mit den sich entwickelnden Gasarten fortgeführt wird, ein anderer Theil in einem ganz veränderten Zustande zurück bleibt und ein dritter Theil von der sauren Flüssigkeit selbst aufgenommen wird, aus welcher sie nicht wieder abgeschieden werden kann. Die bisherigen Angaben über der Kohlegehalt der verschiedenen Eisenarten sind daher auch wenig zuverlässig, weil auf dies Verhalten der mit dem Eisen verbundenen Kohle zu wenig Rücksicht genommen worden ist.

Berzelius, Zerlegung d. Kieselerde durch gewöhnliche chem. Mittel; in Gilbert's neuen Ann. d. Physik VI. 92. Anm.

§. 210.

Die Quantitäten Wasserstoffgas, welche sich bei der Auflösung des Eisens in verdünnten Säuren entwickeln, haben zuerst Bergman und Rinman, und demnächst die französischen Chemiker Monge, Berthollet und Vandermonde als Maaßstab zur Bestimmung der Menge des reguliniſchen Eisens in den verschiedenen Eisenarten angewendet. Bergman fand zuerst, daß Stabeisen unter übrigens ganz gleichen Umständen mehr Wasserstoffgas entwickele, als Stahl, und dieser mehr als Roheisen, weshalb er schloß, daß Stabeisen mehr Eisen enthalten müsse als Stahl, und dieser wieder mehr als Roheisen. Als mittlere Durchschnittszahl von seinen Versuchen entstehen bei der Auflösung von 100 Theilen Eisen, bei Stabeisen 50, bei Stahl 48 und bei Roheisen 42 Kubikzoll brennbare Luft. Die französischen Chemiker nehmen nach ihren Versuchen das mittlere Verhältniß von 76, von 74 und von 67 an.

Setzt man nach dem ersten Verhältniß die Quantität reines Eisen, woraus 76 Kub. Zoll Wasserstoffgas erhalten werden = 100; so ergiebt sich durch Berechnung, daß im Stahl 97,32, und im Roheisen nur 88,1 reguliniſches Eisen enthalten seyn können. Weil diese Berechnung mit den Resultaten der Analysen nicht übereinstimmt, sondern den Eisengehalt des Roheisens und des Stahls niedriger angiebt, als er wirklich ist; so glaubten die französischen Chemiker einen Sauerstoffgehalt des Roheisens annehmen zu müssen, und die geringere Quantität des sich entwickelnden Gases ist in der That der einzige Grund, den sie für diese Behauptung angeführt haben. Einen zweiten Grund, der ihnen zwar ebenfalls nicht entging, auf den sie aber zu wenig Gewicht legten, und dessen nähere Prüfung sie zu ganz anderen Resultaten geführt haben würde, finden sie in dem mit dem Wasserstoffgas sich entwickelnden Kohlenstoff, durch welchen das Gas mehr verdichtet, oder weniger expandirt wird. Befangen von der Ansicht, einen Sauerstoffgehalt des Roheisens, besonders des weißen, vorauszusetzen, und ausgehend von dem unerwiesenen Satze, daß das graue Roheisen mehr Kohle als das weiße enthalte, war es ihnen leicht, die abweichenden Verhältnisse des sich entwickelnden Wasserstoffgases, bald durch den Sauerstoff bald durch den Kohlenstoff des Eisens zu erklären.

Bergman de analysi ferri; Opusc. III. — Monge, Berthollet und Vandermonde in v. Crell's chem. Ann. f. 1794. I. — Rinman a. a. O. II. 373 — 380.

§. 211.

Bergman und Rinman machten bei ihren Untersuchungen schon die, über die Natur der verschiedenen Roheisenarten so helles Licht verbreitende und doch zu wenig beachtete Erfahrung, daß sich beim Auflösen des grauen

Roheisens weit mehr Gas entwickele als beim weißen, und daß man sogar aus demselben grauen Roheisen, welches durch das bloße Umschmelzen weiß geworden war, weniger Gas als vorher erhalte, obgleich durch das Umschmelzen eigentlich ein Theil Kohle hätte verbrennen können. Diese Erscheinung, welche selbst in den neuesten Zeiten noch ganz falsch gedeutet worden ist, durch eine Aufnahme von Sauerstoff zu erklären, ist eben so gezwungen, als ohne Grund. Eben so wenig läßt sich aus der bisherigen Ansicht von der Verbindung der Kohle mit Eisen erklären, warum das graue Roheisen nicht viel weniger, ja oft eben so viel Wasserstoffgas giebt, als das Stabeisen; es läßt sich nicht erklären, warum das bei der Auflösung des weißen Roheisens erhaltene Wasserstoffgas mehr Kohle enthält als das Gas, welches sich beim Auflösen des grauen Roheisens entwickelt. Die Art der Verbindung des Eisens mit der Kohle kann darüber allein nur Aufschluß geben. Das graue Roheisen, oder das mit Graphit verbundene Eisen, muß in der Quantität der Luftentwickelung dem weißen deshalb weit vorgehen, weil dieses die Kohle in einem solchen Verbindungszustande enthält, daß sich bei der Auflösung in Säuren ungleich mehr Kohlenwasserstoffgas entwickelt, welches in einem und demselben Raume mehr Wasserstoff enthält, als das reine Gas. Aber außer dem Kohlenwasserstoffgas bilden sich auch noch andere, nicht gasförmige Produkte, welche wahrscheinlich aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff bestehen, und die sich nur dann bilden können, wenn sich die Kohle in einem solchen Verbindungszustande mit dem Eisen vereinigt befindet, wie es bei dem weißen Roheisen und bei dem gehärteten Stahl der Fall ist. — Die Berechnung des metallischen Eisens in den verschiedenen Eisenarten, durch die bei der Auflösung in Säuren sich entwickelnden Luftquantitäten, wird

also höchst schwierig und unzuverlässig, wenn nicht die Beschaffenheit des erhaltenen Gases und der übrigen Produkte mit der größten Sorgfalt geprüft wird. — Auch von der Anwendung der Salpetersäure und der koncentrirten Schwefelsäure sind keine zuverlässigen Resultate zu erhalten: theils weil die Zeit, in welcher die Auflösung geschieht, bei den verschiedenen Eisenarten sehr verschieden ist und auf die Beschaffenheit der sich entwickelnden Gasarten Einfluß hat; theils weil es kaum möglich ist, einen und denselben Grad der Temperatur anzuwenden; theils weil die genaue Quantitätenbestimmung der aufgefangenen und so leicht zu neuen Verbindungen geneigten sauren Gasarten, sehr vielen Schwierigkeiten unterworfen ist; theils endlich, weil man noch kein Mittel kennt, den in der Flüssigkeit selbst aufgelöst'en Antheil Kohle abzuscheiden und seine Quantität zu bestimmen.

§. 212.

Diese Schwierigkeiten werden noch größer, wenn das Eisen, außer der Kohle, auch noch Schwefel oder Phosphor enthält. Das Wasserstoffgas verbindet sich mit diesen Substanzen nämlich ebenfalls und vermindert dadurch sein Volum. — Die wahre Zusammensetzung des Oels, welches sich bei der Auflösung des Kohlehaltenden Eisens in Salzsäure oder in Schwefelsäure, besonders aber in Salzsäure, bildet, ist noch nicht bekannt. Dies Oel hat die Natur der ätherischen Oele und besitzt einen starken, sehr unangenehmen Geruch. Leitet man das sich entwickelnde Gas durch Alkohol, so nimmt derselbe das Oel auf, welches sich durch Zusatz von Wasser abscheiden läßt. Unbezweifelt ist es aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff zusammengesetzt, aber die Verhältnisse sind unbekannt. Außer dem Oel bilden sich zuweilen auch weiße käseartige Gerinnungen, wenn

Salz-

Salzsäure zur Auflösung des Kohleeisens angewendet wird. Diese Gerinnungen sind weniger flüchtig als das Oel und scheinen sich von diesem durch ein geringeres Verhältniß von Wasserstoff und vielleicht durch einen größeren Gehalt von Kohlenstoff zu unterscheiden.

Vauquelin in Gehlen's Journ. f. Chemie u. Phys. III. 389. 394. — Proust. Ebendas. 395; vergl. Gilbert's Annal. der Phys. XXIV. 293 — 296.

§. 213.

Je mehr Kohle das Eisen enthält, desto mehr wird im Allgemeinen die Auflösung desselben in Säuren verzögert, und ein desto höherer Grad der Temperatur ist zur völligen Auflösung erforderlich. Stabeisen und graues Roheisen lösen sich am schnellsten, und das weiße Roheisen am langsamsten auf. Der Schwefelgehalt des Eisens vermindert die Auflöslichkeit desselben in Säuren nicht, dagegen bewirkt der Phosphorgehalt wirklich eine verminderte Auflöslichkeit, die besonders bei dem Phosphor haltenden Roheisen sehr bedeutend ist.

§. 214.

Als ein unterscheidendes Kennzeichen des Stahls vom Stabeisen pflegt wohl die, von Rinman zuerst beobachtete und angegebene, Erscheinung angeführt zu werden, daß ein Tropfen Säure auf dem Stahle einen schwarzen Fleck zurückläßt, während das Stabeisen ungefärbt bleibt. Der Grund dieser Erscheinung ist leicht einzusehen. Weißes Roheisen bekommt aus derselben Ursache ebenfalls einen schwarzen Fleck.

§. 215.

Die verschiedenen Eisenarten bieten beim Auflösen in Säuren Erscheinungen dar, welche sehr dazu geeignet sind,

einen Aufschluß über die Natur der Verbindungen des Eisens mit Kohle, in den verschiedenen Zuständen derselben zu geben, wenn auch eine genauere quantitative Bestimmung durch den Auflösungsproceß nicht stattfinden kann.

Das Stabeisen lößt sich in sehr verdünnter Schwefelsäure und in verdünnter Salzsäure langsam auf und hinterläßt einen schwarzen Rückstand, welcher ein graphitisches Ansehen hat, aber nach dem Aussüßen und Trocknen vom Magnet gezogen wird, und beim Glühen unter Luftzutritt rothes Eisenoxyd zurückläßt. Bleibt diese graphitische Substanz länger in den verdünnten Säuren liegen, so ändert sie sich in eine schwarzbraune, dem Magnet nicht mehr folgsame Kohle um, und Salpetersäure verwandelt sie sehr bald in ein braunrothes Pulver, welches sich, ohne einen Rückstand zu hinterlassen, noch vor dem Glühen verbrennen läßt.

Wendet man zur Auflösung des Stabeisens koncentrirte Salzsäure an, so erfolgt die Auflösung ohne allen Rückstand. Auch starke Schwefelsäure hinterläßt nur Spuren von Kohle, oder vielmehr von einer schwargbraunen, kohleartigen und leicht entzündbaren Substanz. Dieses kohleartige Wesen verhält sich fast so, wie die aus den weichsten Holzarten durch unvollkommene Verkohlung, ohne Anwendung von Glühhitze erhaltene Kohle, welche mit Unrecht diesen Namen führt. Schon Proust hat sich des sehr bezeichnenden Ausdrucks: oxydirte Kohle bedient. — Bei der Anwendung von Salpetersäure bleibt hingegen, wenn die Säure sehr verdünnt war und die Auflösung in der gewöhnlichen Temperatur erfolgte, eine rothbraun gefärbte Kohle zurück, welche sich durch Erhitzen der Flüssigkeit schnell und fast immer vollständig auflößt und die Auflösung braun färbt. Deshalb wird das Stabeisen auch in nicht sehr verdünnter Salpetersäure, oder in Königs-

wasser, wenn zugleich Siedhitze angewendet wird, ohne allen Rückstand aufgelößt.

§. 216.

Der weiche, nicht gehärtete Stahl verhält sich mit verdünnter Schwefelsäure und mit Salzsäure eben so wie Stabeisen, nur bleibt in bedeutend größerer Menge graphitische Substanz zurück und die Auflösung erfolgt ungleich langsamer. Koncentrirte Salzsäure giebt gar keinen Rückstand. Starke Schwefelsäure löset den Stahl ziemlich schnell auf und es fallen dabei Graphitblättchen ab, welche sich bald in schwarzbraune Kohle umändern. Wird die Flüssigkeit schnell von dem noch nicht aufgelößten Stahl abgegossen, ehe die Graphitblättchen gänzlich in Kohle umgeändert sind, und wird die schon entstandene Kohle durch Aetzkali weggenommen, worin sie sich mit dunkelbrauner, fast schwarzer Farbe auflöset, so lassen sich diese Graphitblättchen ziemlich rein darstellen. Sie haben ein metallisches Ansehen, welches sie, unter Wasser aufbewahrt, behalten, aber bei der Einwirkung der Luft bald verlieren. Vom Magnet werden sie angezogen, hinterlassen beim Verbrennen unter Luftzutritt rothes Eisenoxyd und erleiden durch Säuren dieselben Veränderungen wie die graphitische Substanz aus dem Stabeisen (§. 215.).

In koncentrirter Salpetersäure löst sich der weiche und ungehärtete Stahl sehr schnell und unter heftiger Entwickelung von Salpetergas auf. Die Auflösung färbt sich stark braunroth, weil die beim Auflösen abfallenden Graphitblättchen in röthlich braune Kohle umgeändert und zum großen Theil von der Säure aufgelöset werden. Aus der Auflösung des weichen Stahls in koncentrirter Salpetersäure läßt sich die graphitische Substanz in größerer Quantität als bei der Anwendung von starker Schwefelsäure

darstellen. 100 Theile davon hinterlassen beim Kalciniren 82 bis 94 Theile Eisenoxyd. Wird, statt der koncentrirten, sehr verdünnte Salpetersäure angewendet, so findet eine langsamere Auflösung des weichen Stahls statt und es scheiden sich keine Blättchen von dieser graphitartigen Substanz ab, sondern es bleibt bloß röthlichbraune, vom Magnet nicht anziehbare Kohle zurück, die noch vor dem Glühen verbrennt.

Fast eben so wie der weiche und nicht gehärtete Stahl, verhält sich auch der langsam erkaltete Gußstahl, nur daß die Auflösung sehr viel langsamer erfolgt, und daß die graphitartigen Schuppen, bei der Anwendung von Salpetersäure, fast in dem Augenblick, wie sie abfallen, schon in röthlichbraune Kohle verwandelt werden. Hat der Gußstahl durch Schmieden ein dichteres Gefüge bekommen, so läßt sich die graphitische Masse durch Salpetersäure gar nicht mehr darstellen, weil die Umänderung in röthlichbraune Kohle schon vor der Abtrennung von der aufzulösenden Stahlmasse statt findet. Die Flüssigkeit wird trübe, fast undurchsichtig und bekommt eine dunkelrothe Farbe. Auf dem Boden des Auflösungsgefäßes setzt sich ein braunrothes Pulver ab, welches an Menge zunimmt, so wie sich die Flüssigkeit durch Ruhe klärt. Ein großer Theil Kohle bleibt aber aufgelößt und ertheilt der Flüssigkeit eine gelblichrothe Farbe. Dieser rothe pulvrige Rückstand ist sehr leicht entzündlich, lößt sich in Alkalien mit dunkler Farbe auf, färbt auch das Filtrum und die Aussüßwasser ohne Aufhören. — In verdünnter Salzsäure lößt sich der gehämmerte Gußstahl zu langsam auf, als daß sich die graphitartigen Schuppen ohne starke Beimengung von schwarzbrauner Kohle erhalten ließen.

Aller nicht gehärtete Stahl verhält sich gegen die Säuren auf ähnliche Weise. Bei einem großen Kohlege-

halt des Stahls wird aber die Auflöslichkeit desselben in Säuren vermindert, und daher lassen sich die graphitartigen Schüppchen um so weniger für sich darstellen, je reicher der Stahl an Kohle, oder je härter (nicht gehärtet) er ist.

§. 217.

Der gehärtete Stahl zeigt beim Auflösen in Säuren ganz andere Erscheinungen. Nur der gehärtete sehr weiche, d. h. wenig Kohle enthaltende, oder auch der sehr schwach gehärtete Stahl, lösen sich unter ähnlichen Erscheinungen wie der nicht gehärtete Stahl in Säuren auf. Stahl, welcher den vollen Grad der Härte erhalten hat, lößt sich in verdünnten Säuren ungemein schwer und langsam auf. In verdünnter Salzsäure bedeckt er sich nach einigen Tagen mit einem schwarzen Staube und die Auflösung schreitet höchst langsam vor. Wird der schwarze Staub mit Sorgfalt weggenommen und von den anhängenden, unaufgelößt gebliebenen Eisentheilen, durch längeres Liegen in verdünnter Salzsäure befreit, so verhält er sich wie oxydirte Kohle, ändert sich aber durch Salpetersäure in das braunrothe Pulver um.

Verdünnte Schwefelsäure bewirkt einen etwas schnelleren Angriff auf den gehärteten Stahl, unter denselben Erscheinungen wie bei der Salzsäure. In starker Salzsäure erfolgt die Auflösung beim Digeriren oder Sieden ganz vollständig, ohne daß etwas Kohle zurück bleibt. Starke Schwefelsäure hinterläßt aber noch immer einen Rückstand von Kohle.

Auch verdünnte Salpetersäure wirkt sehr langsam. Bei der Anwendung einer Salpetersäure von 1,3 specifischem Gewicht färbt sich die Flüssigkeit in der gewöhnlichen Temperatur, unter sparsamer Entwickelung von Sal-

petergas, nach und nach braunroth, bleibt aber immer klar und helle. Vom Stahl lösen sich nach und nach schwarze Flocken mit Metallglanz ab, welche nicht magnetisch sind, aber vom Aetzkali mit dunkelschwarzer Farbe aufgelößt werden und ohne Rückstand von Eisenoxyd leicht verbrennen. Bei längerer Einwirkung der Säure verwandeln sich die schwarzen metallischen Flocken in bräunlichrothes Pulver. Alle diese Erscheinungen treten schneller und mit starker Schaumbildung ein, wenn die Wirkung der Säure durch Siedhitze unterstützt wird. Dies, von der Umwandlung der schwarzen metallischen Substanz in das röthlichbraune Pulver herrührende Aufschäumen, ist so stark, daß die Flüssigkeit in einer heftig kochenden Bewegung zu seyn scheint. Ein Theil des röthlichbraunen Pulvers wird von der Säure aufgenommen, ein anderer Theil blelbt unaufgelößt zurück und verbrennt mit Verpuffen, ohne Rückstand von Eisenoxyd.

§. 218.

Das weiße Roheisen löst sich unter denselben Erscheinungen wie der gehärtete Stahl in Säuren auf, nur sind die Erscheinungen noch auffallender. Verdünnte Salzsäure und verdünnte Schwefelsäure wirken fast gar nicht mehr auf dieses Eisen, und erst nach Verlauf von mehreren Wochen, findet sich das weiße Roheisen mit einem schwarzen Staube bedeckt. Starke Salzsäure, von der Siedhitze unterstützt, bewirkt eine vollständige Auflösung, ohne allen Rückstand. Schwefelsäure hinterläßt, unter denselben Umständen, etwas Kohle von schwarzer Farbe und metallischem Ansehen. Salpetersäure scheidet in der gewöhnlichen Temperatur schwarze Flocken ab, welche durch langes Liegen in der Säure braunroth gefärbt werden. In der Siedhitze tritt ein heftiges Aufschäumen ein, begleitet

von den vorhin (§. 217.) angeführten Erscheinungen. Mit Königswasser verhält sich das Roheisen eben so wie mit Salpetersäure.

Das durch lange anhaltendes Glühen grau gefärbte und weich gewordene weiße Roheisen verhält sich, beim Auflösen in Säuren, eben so wie der durch Hämmern zu einem dichteren Gefüge gebrachte harte (nicht gehärtete) Gußstahl (§. 216.). Das Ablösen der schwarzen und glänzenden Blättchen von graphitischem Ansehen ist kaum noch bemerkbar, weil sie sogleich in die röthlichbraune Substanz umgeändert werden.

§. 219.

Das graue Roheisen wird von verdünnter Salz- und Schwefelsäure nur äußerst langsam angegriffen und hinterläßt, nach Verlauf von mehreren Monaten, einen Rückstand, welcher die Kohle in einem sehr verschiedenen Zustande enthält. Ein Theil besteht aus Blättchen oder Schuppen, mit vollkommen metallischem Glanz und Ansehen, welche in Säuren und Alkalien unauflöslich sind, vom Magnet nicht gezogen und nur sehr langsam in der Glühhitze verzehrt werden, wenn die Luft freien Zutritt hat, ohne irgend einen Rückstand zu hinterlassen. Diese Blättchen, sind also Graphit, oder vielmehr Kohlenmetall. Ein anderer Theil hat zwar auch ein graphitisches Ansehen, ist aber dem Magnet folgsam und verhält sich genau so wie die Rückstände, welche der weiche Stahl mit Säuren giebt (§. 216.). Noch ein anderer Theil endlich hat eine schwarzbraune Farbe, ist nicht magnetisch, färbt die Kalilauge schwarz und verbrennt schon, ehe der Tiegel glühend wird. Von diesen drei Körpern fehlt der Graphit niemals, dagegen läßt sich gewöhnlich nur die eine oder die andere von den beiden letzteren Verbindungen in den Rückständen auffinden.

Koncentrirte Salzsäure bewirkt eine schnellere Auflösung, welche durch Beihülfe der Wärme noch mehr befördert wird. Das sich entwickelnde Wasserstoffgas reißt dabei mechanisch Graphit mit sich fort. Der Rückstand enthält die Kohle in keinem anderen Zustande als in dem des Graphit, aber niemals kann das graue Roheisen ohne diesen Rückstand in Salzsäure aufgelößt werden. Starke Schwefelsäure, unter denselben Umständen zur Auflösung angewendet, läßt, außer dem Graphit, auch noch schwarze, leicht verbrennliche und dem Magnet nicht folgsame (oxydirte) Kohle zurück.

Salpetersäure von 1,3 spec. Gew. wirkt, in der gewöhnlichen Temperatur, nicht stark auf das graue Roheisen. Es bieten sich dabei Erscheinungen dar, die bald mit denen überein zu stimmen scheinen, welche der weiche Stahl gab, bald mit denen, welche sich beim Auflösen des harten Stahls zeigten. Jene treten ein bei den am dunkelsten gefärbten und bei den weichsten und geschmeidigsten Arten des grauen Roheisens; diese bei den lichteren und härteren, weniger geschmeidigen Arten, besonders aber bei dem halbirten Roheisen. — Die Einwirkung der Säure findet scheinbar nicht ununterbrochen statt, sondern die Auflösung scheint von Zeit zu Zeit ganz aufzuhören, stellt sich dann aber, bei der Ablösung eines Graphitblättchens, mit sehr großer Heftigkeit wieder ein. Eben diese Erscheinung zeigt sich auch in einer, bis zum Siedepunkt erhöheten Temperatur, und jedesmal ist das heftige Fortschreiten der Auflösung, welches indeß nur mehrere Sekunden fortdauert, mit der Abtrennung eines Graphitblättchens verbunden, so daß der Graphit ganz deutlich als ein mechanisches Hinderniß wirkt, indem er das Eisen gegen den Angriff der Säure schützt. Die Färbung der Säure beweißt aber, daß ein Theil von dem Kohlegehalt des Eisens mit aufgelößt

worden ist. Der Rückstand besteht fast niemals aus reinem Graphit, sondern aus Graphit mit mehr oder weniger zu einem braunen Pulver veränderter Kohle. — Das Königswasser weicht in seinem Verhalten zum grauen Roheisen von dem der Salpetersäure nicht ab.

§. 220.

Die kohligen Substanzen, welche bei der Auflösung des Kohle haltenden Eisens in Säuren als Produkte des Auflösungs-Prozesses erscheinen, sind also von sehr verschiedener Art. Sie richten sich nach der Beschaffenheit des Eisens. Reines Kohlenmetall (Graphit) wird nur aus dem grauen Roheisen ausgeschieden. Die Erscheinungen, mit welchen diese Abtrennungen verbunden sind, lassen nicht daran zweifeln, daß das Kohlenmetall gar nicht chemisch mit dem Eisen verbunden war, sondern daß es sich im ungebundenen Zustande in dem Roheisen befand.

Aber die graphitartige Masse, welche sich aus dem weichen (nicht gehärteten) Stahl, aus dem weichen (nicht abgelöschten) Stabeisen, aus den weichen Abarten des grauen Roheisens, so wie aus dem, durch anhaltendes Glühen grau und weich gewordenen weißen Roheisen abscheidet, und welche durch die Einwirkung der Säuren so leicht zersetzt wird, ist nicht reines Kohlenmetall, auch nicht oxydirte Kohle, wie der schwarzbraune Rückstand, den der gehärtete Stahl und das weiße Roheisen mit Salz- und Schwefelsäure hinterlassen, auch nicht übereinstimmend mit der noch stärker veränderten Kohle, nämlich mit dem röthlichbraunen Pulver, in welches die oxydirte Kohle durch Salpetersäure umgeändert wird; sondern sie ist eine wirkliche Verbindung des Eisens mit Kohle, deren Zusammensetzung schwer zu bestimmen ist. Sie mag vorläufig Polykarburet des Eisens genannt werden, bis ihre Zusammensetzung einmal

ausgemittelt seyn wird. Das Polykarburet hinterläßt 82 bis 94 Procent Eisenoxyd kein Verbrennen. Ein Sechskarburet, nämlich eine Verbindung von 60 Eisen mit 40 Kohle (1 M. G. Eisen mit 6 M. G. Kohle) würde beim Kalciniren 86,5 Procent Eisenoxyd hinterlassen müssen. Weil das Polykarburet bis jetzt noch nicht rein hat dargestellt werden können, so muß es noch unentschieden bleiben, ob diese Zusammensetzung die richtige ist.

Es bestätigt sich also durch die Erscheinungen beim Auflösen in Säuren, die große Uebereinstimmung des Verbindunszustandes der Kohle mit dem Eisen in dem gehärteten Stahl und in dem weißen Roheisen, so wie in dem, durch anhaltendes Glühen weich und grau gewordenem weißen Roheisen, und in dem weichen, nicht gehärteten Stahl (§.§. 151. 180. 181). Das graue Roheisen verhält sich bald wie weicher (nicht gehärteter), bald wie gehärteter Stahl, welchem noch ungebundenes Kohlemetall beigemischt ist. Das halbirte Roheisen ist ein wahres Mittelding zwischen weißem uud grauem Roheisen.

Stodart und Faraday; im Archiv f. Bergb. u. Hüttenw. IX. 355. u. f.

§. 221.

Einige Säuren greifen das metallische Eisen stärker an, als die Oxyde desselben; andere verbinden sich leichter mit den schon gebildeten Oxyden, und machen auf das reguliniſche Eisen nur einen sehr schwachen Angriff; noch andere Säuren verbinden sich unmittelbar weder mit den Eisenoxyden, noch äußern sie eine Wirkung auf das metallische Eisen, sondern sie können nur mittelbar mit dem Eisen durch die Zersetzung einer Auflösung desselben in einer anderen Säure, vermittelst doppelter Wahlverwandtschaft, verbunden werden. — Die Verwandtschaftsfolge der Säu-

ren zum Eisen bestimmt Bergman folgendergestalt: Sauerkleesäure, Weinsteinsäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Arsenikſäure, Phosphorsäure, Flußsäure, Citronensäure, Ameisensäure, Essigsäure, Boraxsäure und Kohlensäure. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Säuren bei allen Basen dieselbe Folgeordnung beobachten, und daß nur unauflösliche Verbindungen eine Ausnahme machen. Außerdem ist es aber nothwendig, daß die Folgeordnung bei einer und derselben Oxydationsstufe desselben Metalles, und bei einerlei korrespondirenden Oxydationsstufen der verschiedenen Metalle, aufgesucht und bestimmt werde.

§ 222.

Wenn bei dem Eisen auch wirklich mehr als zwei Oxydationszustände statt finden sollten, so scheint es doch, daß nur das für sich, wenigstens mit Bestand nicht darstellbare Oxydul (§. 125). und das rothe Eisenoxyd (§. 160). Grundlagen für die Verbindung mit den Säuren geben, weshalb sich auch mit jeder Säure zwei Verbindungen, nämlich das Oxydulsalz und das Oxydsalz, bilden, die sich zuweilen in mehreren Verhältnissen mit einander vereinigen uud Doppelsalze hervorbringen. In der Regel ist das Oxydulsalz sehr unbeständig, und ändert sich schnell in ein Oxydul-Oxydsalz um. Weil dieses aber mehr Säure zur Sättigung erfordert als jenes, so kann die Umänderung nicht anders erfolgen, als daß sich zugleich (auch bei den auflöslichen Oxydsalzen) ein unauflöslicher Niederschlag bildet, den man früher für Eisenoxyd hielt, welcher aber nach den zuerst von Berzelius gegebenen Aufschlüssen, ein basisches Salz, oder eine Verbindung von vielem Eisenoxyd mit wenig von der Säure ist, worin sich das Eisen aufgelößt befand, aber stets in so bestimmten Verhältnissen, daß die in der Flüssigkeit zurückbleibenden Eisensalze völlig neutrale Verbindun-

gen des Oxyduls und des Oxyds mit der Säure bilden. Basische Eisenoxydulsalze sind bis jetzt noch nicht bekannt; die basischen Eisenoxydsalze sind aber alle unauflöslich, treten ihre Säuren durch Sieden mit Alkalien an dieselben theilweise ab, und verhalten sich fast wie Oxyd. — Die Eisenoxydsalze werden nicht bloß durch Eisen selbst, sondern auch durch andere Metalle, welche sonst durch Eisen aus ihren Auflösungen niedergeschlagen werden, scheinbar zersetzt, indem das der Auflösung zugesetzte reguliniſche Metall zum Theil aufgelößt und ein basisches Eisenoxydsalz niedergeschlagen wird. Dieser Erscheinung liegt aber bloß eine Vertheilung des Sauerstoffs des Oxyds zum Grunde, wodurch das schon aufgelößte Oxyd zum Theil in Oxydul umgeändert, und das zugesetzte Metall oxydirt wird, welches alsdann eine korespondirende Menge basisch saures Eisenoxydul aus der Auflösung niederschlägt. Es ist also nicht das zugesetzte Metall, welches diesen Niederschlag bewirkt, sondern das durch die Vertheilung des Sauerstoffs im aufgelößten Eisenoxyde entstandene Oxydul, welches eine korespondirende Menge Eisenoxyd wegdrängt. Dieser Niederschlag kann folglich nur durch das Eisen selbst, oder durch solche Metalle bewirkt werden, deren Oxyde das Eisen aus den Auflösungen in Säuren niederschlagen.

Mehrere Eisenoxydulsalze haben die Eigenschaft, Salpetergas zu absorbiren und dann den Sauerstoff aus der Atmosphäre anzuziehen, weshalb man die wässrigen Auflösungen dieser Oxydulsalze zu eudiometrischen Zwecken angewendet hat. Alle Oxydulsalze werden durch Blutlauge weiß niedergeschlagen. — In dem Oxydsalzen bewirkt die Blutlauge einen dunkelblauen Niederschlag. Die neutralen Oxydsalze werden durch anhaltendes Sieden mit Wasser zersetzt, indem sich ein saures Salz bildet, welches aufgelößt bleibt, und ein basisches, welches niedergeschlagen wird.

Alle Oxydsalze werden durch Schwefelwasserstoffgas in in Oxydulsalze umgeändert, wobei sich Schwefel mit weißer Farbe niederschlägt.

§ .223.

Aus der Auflösung in Säuren wird das Eisen durch kein einziges Metall reguliniſch niedergeſchlagen; die ſtarke Anziehung deſſelben zum Sauerſtoff macht die große Affinität dieſes Metalles zu den Säuren leicht erklärlich. Das Zink ſcheint zwar eine noch ſtärkere Anziehung zum Sauerſtoff zu haben; allein auch dies Metall bewirkt in der Auflöſung des reinen Eiſenoxyduls in Säuren keinen Niederſchlag. Enthielt die Auflöſung Oxyd, ſo entſteht der Niederſchlag von oxydirtem Eiſen bloß durch die Vertheilung des Sauerſtoffs. Es ſcheint daher, daß Eiſen und Zink ſich um die erſte Stelle in der Folgenreihe der Verwandtſchaft der reguliniſchen Metalle zu den Säuren ſtreiten. Eine zweite Folgenreihe bleibt noch für die oxydirten Metalle, und zwar für die Oxydule ſowohl als für die Oxyde zu beſtimmen übrig, weil die Reihe der oxydirten Metalle ohne Zweifel ganz anders ausfallen wird, als die Reihe der reguliniſchen Metalle, bei welchen nur die Verwandtſchaft zum Sauerſtoff entſcheidend zu ſeyn ſcheint.

§. 224.

Der verſchiedene Oxydationszuſtand, worin ſich das in den Säuren aufgelößte Eiſen befinden kann, macht die genaue Beſtimmung der in einer Eiſenauflöſung befindlichen Quantität Eiſen ſchwierig. Um dieſe Beſtimmung genau zu erhalten, muß das Eiſen immer zur höchſten Oxydationsſtufe gebracht, und dann niedergeſchlagen werden, indem ſowohl die ätzenden Alkalien, als auch die kohlenſauren, — die letzteren jedoch nur bei gehöriger Verdünnung der Auflöſung, —

das Eisenoxyd ganz vollständig niederschlagen, so daß sich aus dem Gewicht des erhaltenen Eisenoxydes, das des reguliniſchen Eisens, oder des Eisenoxyduls, oder des Oxydul-Oxyds berechnen läßt.

§. 225.

Die Kohlensäure greift weder das reguliniſche, noch das oxydirte Eisen unmittelbar an, wohl aber, wenn sie mit Wasser verbunden ist. Das kohlensaure Eisenoxydul ist in sehr vielem Wasser auflöslich, und kann durch freie Kohlensäure in der gewöhnlichen Temperatur auch lange aufgelößt bleiben. Die Auflösbarkeit wird nicht bloß durch freie Kohlensäure, sondern auch durch kohlensaure alkaliſche Salze vermehrt, und (wahrscheinlich durch das Streben zu einer Bildung 3- und 4facher Salze, wodurch die stärkere Oxydation des Oxyduls verhindert wird) befestigt. Nach und nach scheidet sich aus der Flüssigkeit, in welcher sich das kohlensaure Eisenoxydul aufgelößt befindet, ein gelblich-brauner Niederschlag ab, welcher aus basiſchem kohlensaurem Eisenoxydul-Oxyd besteht. Er erscheint zuerst auf der Oberfläche der Flüssigkeit als eine buntgefärbte, und mit allen Farben des Regenbogens spielende Haut, die immer stärker wird, so wie der Proceß vorschreitet. Das ganz reine kohlensaure Eisenoxydul hat eine weiße Farbe, die sich aber schon bei dem schnellsten Trocknen des Niederschlags gelblich färbt, weshalb sich diese Verbindung künstlich nicht rein darstellen läßt, obgleich sie in der Natur als Spatheisenstein vorhanden ist, und aus 38,53 Kohlesäure und 61,47 Oxydul besteht. Eine darstellbare Verbindung des kohlensauren Eisenoxyduls mit Wasser ist nicht bekannt. — Das kohlensaure Eisenoxyd ist weder in der Natur vorhanden, noch künstlich darzustellen, indem alle Niederschläge aus den sauren Eisenauflösungen mit kohlensauren Alka-

lien, welche sich noch mit Aufbrausen in Säuren auflösen und Kohlensäure enthalten, nicht frei von Oxydul sind und daher als Doppelsalze von Kohlensäure mit Oxydul-Oxyd, gemengt mit Eisenoxyd Hydrat betrachtet werden müssen.

Wenn man die Auflösungen des Eisenoxyds in irgend einer Säure, und die des kohlensauren Alkali, durch welche das Eisen niedergeschlagen werden soll, beide in sehr concentrirtem Zustande anwendet, so löst sich der entstehende Niederschlag sogleich wieder auf, und man erhält eine klare braungelbe Flüssigkeit, welche, wie Hr. Döbereiner gezeigt hat, krystallisirungsfähig ist. Man kannte diese Flüssigkeit früher unter dem Namen von Stahls Eisentinctur, woraus sich mit der Zeit (statt der vom Hrn. Döbereiner erhaltenen regelmäßigen Krystalle) Vegetationen absondern, welche unter dem Namen Eisenbaum (Arborescentia martis) bekannt sind. Die Flüssigkeit und die daraus erhaltenen Krystalle und Vegetationen sind eine vierfache Verbindung von Eisenoxyd, Alkali, Kohlensäure, und von der zur Auflösung des Eisens angewendeten Säure. Bei gehöriger Verdünnung der Flüssigkeiten erfolgt gar keine Auflösung, sondern das Oxyd fällt ganz vollkommen und basisch nieder. Es ist merkwürdig, daß das Wasser die Trennung befördert.

Rinman a. a. O. II. 360—363. 442. — Döbereiner über Verbind. d. kohlensauren Eisenoxyds mit kohlens. Alkalien, in Schweigger's neuem Journ. f. Chemie u. Physik. IX. 1—8.

§. 226.

Völlig koncentrirte Schwefelsäure greift das reguliniſche Eisen in der gewöhnlichen Temperatur nicht an; nicht völlig koncentrirte aber nur nach Maaßgabe ihres Wassergehalts, den sie in offenen Gefäßen sehr schnell aus

der Atmosphäre ersetzt. In der Siedehitze fängt das Eisen aber schon an, auf die Säure zu wirken und dieselbe in schwefligte Säure und in Sauerstoff zu zerlegen. Monnet will sogar bemerkt haben, daß sich beim Destilliren der koncentrirten Säure mit Eisen wiederhergestellter Schwefel sublimire. — Das Eisenoxydul und das Oxyd lösen sich in der koncentrirten Säure nur in der Siedehitze, das Oxydul etwas schneller und leichter auf, als das Oxyd.

Verdünnte Schwefelsäure wirkt, besonders in der Siehitze, mit großer Heftigkeit auf das Eisen, wobei sich Wasserstoffgas entwickelt; auch das Oxydul wird von der verdünnten Säure ziemlich leicht, das Oxyd aber höchst schwer und nur durch anhaltendes Sieden, wegen der dadurch bewirkten größern Koncentration der Säure aufgelößt.

Das schwefelsaure Oxydul sowohl, als das schwefelsaure Oxyd, bilden im wasserfreien Zustande ganz weiße Salze. Wenn zu einer Auflösung dieser Salze im Wasser koncentrirte Schwefelsäure gegossen wird; so schlägt sich das Oxydulsalz als ein körniges, das Oxydsalz aber als ein nadelförmiges Salz nieder. Beide Salze sind alsdann im höchsten Grade schwerauflöslich im Wasser, vorzüglich das sonst so leicht auflösliche Oxydsalz. In verdünnter Schwefelsäure erfolgt die Auflösung der Salze schneller als in reinem Wasser. Dies sonderbare Verhalten hat Veranlassung gegeben, das weiße Oxydsalz für ein eigenthümliches schwefelsaures Eisenoxyd zu halten, dessen Mischungsverhältniß noch unbekannt sei. Bei näherer Untersuchung wird sich indeß ergeben, daß dies weiße Oxydsalz vollkommen neutrales (nicht basisches) schwefelsaures Eisenoxyd, ohne Wasser, ist.

Die Schwerauflöslichkeit des schwefelsauren wasserfreien Eisenoxyduls in Wasser ist ein großes Hinderniß bei der Auflösung des Eisens in Schwefelsäure, weil das entstehende Eisensalz sehr begierig das Wasser der Schwefelsäure anzieht,

zieht, wodurch diese so koncentrirt wird, daß die Auflösung stille steht. Man ist daher genöthigt, der Auflösung in dem Maaße, wie sie fortschreitet, Wasser zuzusetzen, wodurch das Volumen sehr vermehrt und die Auflösung wegen der starken Verdünnung sehr verzögert wird.

Monnet traité de la vitriolisation et alumination. 1769. — Bucholz, über das Verhalten der Schwefelsäure zum vollkommenen Eisenoxyde, in Gehlen's Journ. f. Chemie und Physik, III. 721. u. f.

§. 227.

Das neutrale schwefelsaure Eisenoxydul, oder der sogenannte grüne Vitriol oder Eisenvitriol besteht im krystallisirten Zustande aus 25,43 Oxydul, 29,01 Säure und 45,46 Wasser. Weil sich im Oxydul 19,9 reguliniſches Eisen, und in der Säure 11,56 Schwefel befinden; so ist das Verhältniß des Eisens zum Schwefel in dem schwefelsauren Eisenoxydul genau so wie in dem künstlichen Magnetkies, welcher aus 63 Eisen und 37 Schwefel besteht (§. 186). Deshalb wird auch der Schwefelkies, oder das Schwefeleisen im Maximo, aus welchem durch Destillation zuerst der Schwefel gewonnen, und welches dadurch zum Magnetkies geworden ist (§. 190.), zur Eisenvitriolfabrication im Großen angewendet. Das reine schwefelsaure Eisenoxydul hat eine dunkelgrünlichblaue Farbe, und überzieht sich an der Luft bald mit einem gelben Pulver (basischem Oxyd). Bei der Auflösung des Vitriols geht diese Veränderung an freier Luft noch schneller vor sich, am schnellsten aber, wenn die Vitriolauflösung mit Salpetersäure erhitzt wird. Ueberschüssige Säure verzögert diese Veränderung, indem sie das Niederfallen des basischen Salzes verhindert, aber der stärkeren Oxydation des Oxyds doch nicht entgegen wirkt. Es entsteht daher bei überschüssiger Säure ein Doppelsalz, näm-

lich eine Verbindung aus neutralem schwefelsaurem Oxydul und neutralem schwefelsaurem Oxyd. Dies Salz schießt zu smaragdgrünen Rhomben an, deren grüne Farbe durch die bläuliche des Oxydulsalzes, und durch die gelbe des Oxydsalzes hervorgebracht zu seyn scheint. Metallisches Eisen verhindert die Entstehung des dreifachen Salzes, und vermehrt das Ausbringen an Oxydulsalz, indem sich basisches Oxydsalz niederschlägt. In der Hitze schmilzt der Vitriol, verliert nach und nach sein Krystallwasser, und bei größerer Hitze geht zuerst schwefligtsaures Gas fort, wobei basisches schwefelsaures Eisenoxyd zurückbleibt, welches in noch stärkerer Hitze die Säure ebenfalls als schwefligtsaures Gas entläßt, und ein reines rothes Eisenoxyd (Colcothar, Englisch Roth) zurückläßt .Aus diesem Verhalten des grünen Vitriol gehts hervor, warum er zur Vitriolölbereitung ganz ungeschickt ist, und warum er nur dann dazu angewendet werden kann, wenn er vorher kalcinirt, d. h. nicht allein seines Krystallwassers beraubt, sondern auch durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Atmosphäre (und nicht auf Unkosten der Säure) in Oxydsalz umgeändert ist.

§. 228.

Dies Oxydsalz, oder das schwefelsaure Eisenoxyd, ist als eine braune Flüssigkeit unter dem Namen der vitriolischen Mutterlauge bekannt, welche indeß noch sehr viel Oxydulsalz enthält. Das Oxydulsalz ändert sich nach und nach gänzlich darin um, wobei basisches Oxydsalz niederfällt. Aus den oben (§. 222) angegebenen Gründen setzt man bei der Vitriolbereitung im Großen den Laugen gerne etwas metallisches Eisen zu, indem dadurch das Ausbringen an Oxydulsalz vermehrt und weniger Oxydsalz gebildet wird. Das Oxydsalz ist gelblichroth, im Wasser und im Alkohol leicht auflöslich, zerfließt daher nach dem Abdampfen leicht

an der Luft, und besteht im trockenen Zustande aus 60,58 Säure und 39,42 Oxyd. In der Hitze entläßt es die Säure, welche als flüssige Schwefelsäure in die Vorlagen übergeht, wenn das Salz noch etwas Wasser enthält, wie dies beim gewöhnlichen, bis zur Trockniß abgedampften Oxydsalze der Fall ist. Enthält das Salz aber kein Wasser (§ 226.), so muß die Säure bei starker Glühhitze als schwefligtsaures Gas und Sauerstoffgas entweichen, oder sie geht auch als wasserfreie Säure (Eisöl) über.

Das basische schwefelsaure Eisenoxyd hat eine gelbe Farbe, welche es bei der Erhitzung durch den Verlust des Wassers in eine rothe umändert. Es besteht im Zustande des Hydrats aus 21,7 Wasser, 62,4 Oxyd und 15,9 Säure, und wenn es alles Wasser verloren hat, aus 79,61 Oxyd und 20,39 Säure, welche in der Glühhitze als schwefligte Säure und als Sauerstoffgas entweicht. Das Salz wird auf den Vitriolhütten gewöhnlich zur Bereitung der rothen und braunen Farben angewendet.

§. 229.

Die schwefligte Säure greift das Eisen, nach Berthollet, mit großer Hitzenentwickelung an, ohne daß sich Wasserstoffgas entbindet, indem sich das Metall auf Unkosten der Säure oxydirt, und einen verhältnißmäßigen Antheil in Schwefel umändert, so daß man durch unmittelbares Auflösen des metallischen Eisens kein reines, sondern ein mit Schwefel verbundenes schwefligtsaures Eisen erhält. Beim Zusatz von Schwefel- oder Salzsäure entweicht die schwefligte Säure mit Aufbrausen, und es schlägt sich Schwefel nieder. Der Luft ausgesetzt, fällt aus der Auflösung ein röthliches Pulver nieder. Das reine schwefligtsaure Oxydul soll in Krystallen anschießen, welche sich, nach Fourcroy, in Wasser aufgelößt und der Luft ausgesetzt, nach

und nach in schwefelsaures Oxydul verwandeln sollen. Das schwefligtsaure Oxydul ist im Alkohol unauflöslich. — Vauquelin bediente sich der schwefligten Säure, um bei der Analyse des Stahls die Quantität Kohle zu bestimmen, weil sich bei der Auflösung kein Wasserstoffgas entwickelt, folglich keine Kohle verloren geht. Dies Verfahren ist indeß nicht sehr anwendbar, theils weil die Auflösung so wenig beständig ist und die Kohle daher wieder mit Eisenoxyd verunreinigt wird, theils weil sich zugleich Schwefel niederschlägt, welcher sich von der Kohle nicht gut trennen läßt.

Berthollet in den Ann. de Chimie, II. 58. — Fourcroy système de Chimie, VI. 200. = Vauquelin, Zerlegung von vier Proben Stahl. Journ. des mines, Nr. XXV. 1. etc.

§. 230.

Sehr koncentrirte Salpetersäure wirkt nicht stark auf das reguliniſche Eisen; bei mittlerer Stärke der Säure ist die Wirkung aber äußerst heftig, und es entwickeln sich Ströme von Gas, welche theils aus oxydirtem Stickgas, theils aus Salpetergas bestehen. Je stärker die Säure verdünnt war, desto mehr oxydirtes Stickgas, und desto weniger Salpetergas wird entwickelt. Nach Bucholz und Davy läßt sich bei Anwendung einer stark verdünnten Salpetersäure, und bei Vermeidung aller Erhitzung, eine Verbindung von Eisenoxydul mit Salpetersäure darstellen; die Auflösung hat wegen des aufgelößten Salpetergases eine dunkelolivenbraune Farbe, und wird an der Luft blaß, weil sich das Salpetergas in Salpetersäure umändert. — Bei der Anwendung von Wärme oder von stärkerer Säure oxydirt sich das Eisen sogleich zum Maximum; es fällt ein gelbliches Pulver (basisches salpetersaures Eisenoxyd) nieder, und die Auflösung enthält salpetersaures Eisenoxyd, welches

braun und unkrystallisirbar ist, beim Verdampfen basisches Salz fallen läßt, und zuweilen beim Koncentriren auch gallertartig wird. Bei starker Hitze entweicht die Säure gänzlich, und läßt rothes Oxyd zurück. Nach Vauquelin soll man das salpetersaure Oxyd in kleinen farbenlosen viersei-tigen Säulen krystallisirt erhalten, wenn man koncentrirte Salpetersäure einige Monate lang über Eisenoxydul stehen läßt. Die Krystalle haben einen scharfen Geschmack, sind sehr zerfließend, und lösen sich mit rother Farbe im Wasser auf.

Das Oxydul ist in Salpetersäure höchst schwerauflöslich, und erfordert ein lange anhaltendes Sieden mit 32 Theilen Säure. Auch das Eisenoxyd ist in Salpetersäure nur sehr schwer aufzulösen. Es werden dazu starke Säure und Anwendung von Hitze erfordert. Die Auflösbarkeit nimmt nach Bucholz mit der abnehmenden Stärke der Säure und der Temperatur ab; auch löst ausgeglühetes Oxyd sich ungleich schwerer in Salpetersäure auf, als ungeglühetes, weshalb Bucholz vorschlägt, sich der verdünnten Salpetersäure zu bedienen, um solche Substanzen, die darin auflöslich sind, von dem Eisenoxyd abzuscheiden.

In einem sehr vollkommenen Zustande erhält man eine Auflösung des salpetersauren Eisenoxyduls, wenn man salpetersaures Silber, oder Bleisalpeter, durch reines Eisen niederschlägt, und das entstandene reguliniſche Silber oder Blei durch Filtriren abscheidet. Die Auflösung ist hellgrün, verwandelt sich aber an der Luft schnell in salpetersaures Oxyd, und setzt dabei basisches Oxydhydrat ab. Die Zersetzung des salpetersauren Silbersalzes scheint aber bei dem gänzlichen Ausschluß von Luft nicht statt zu finden.

Bucholz, Versuche zur näheren Prüfung des Verhalteus des Eisens und seiner Oxyde zur Salpetersäure; in Gehlen's Journ. f. Chemie u. Phys. III. 715 u. f.

§. 231.

Die Salzsäure löst nicht allein das reguliniſche Eiſen mit einiger Heftigkeit und unter Entwickelung von Waſſerſtoffgas auf, ſondern ſie verbindet ſich auch leicht mit dem Oxydul, und in gehöriger Menge und in ſtarker Hitze auch mit dem Oxyd, und macht mit beiden neutrale Salze. Das friſch gefällte Eiſenoxyd iſt in Salzſäure äußerſt leicht auflöslich; wenn es aber vorher geglüht war, ſo erfolgt die Auflöſung in der gewöhnlichen Temperatur ſehr langſam. Das ſalzſaure Eiſenoxydul wird durch Auflöſen des Eiſens in gewöhnlicher Temperatur und ohne Luftzutritt erhalten. Die Auflöſung iſt hellgrün, und giebt beim Verdunſten und Abkühlen ſchöne ſmaragdgrüne Tafeln, welche im Waſſer und Weingeiſt auflöslich ſind. Sie verſchluckt das Salpetergas, und bekommt dadurch eine dunkelbraune Farbe und einen zuſammenziehenderen Geſchmack. Beim Erhitzen geht der größte Theil des Gaſes fort, wobei ſich rothes baſiſches ſalzſaures Eiſenoxyd niederſchlägt, und etwas Ammoniak entwickelt. Von ſalzſaurem Eiſenoxyd völlig rein, erhält man dies Salz nach Davy, wenn man Schwefeleiſen (im Minimo) in Salzſäure auflöſt, indem das ſich entwickelnde hepatiſche Gas die Abſorbtion des Sauerſtoffs aus der Luft verhindert. Nicht allein durch Kochen mit Salpeterſäure, ſondern auch durch langes Stehen an der Luft, geht die Auflöſung in einen oxydirteren Zuſtand über, und wird im erſten Fall zu ſalzſaurem Eiſenoxyd, und im letzten Fall zu einem ſalzſauren Oxydul-Oxydſalze, wobei ein brauner Niederſchlag von baſiſchem ſalzſaurem Eiſenoxyd entſteht. Das ſalzſaure Oxyd iſt dunkelbraun, unkryſtalliſirbar, und liefert, bis zur Trockniß abgedampft, eine zerfließliche, im Alkohol auflösliche, braunrothe Maſſe (Oleum martis), welche das Salpetergas nicht abſorbirt und auf thieriſche und vegetabiliſche Subſtanzen

wie Chlorine wirkt, und durch hepatisches Gas wieder zu salzsaurem Oxydul umgeändert wird. Das Salz ist äußerst auflöslich im Wasser; bei stärkerer Verdünnung wird es aber zersetzt, und es scheidet sich basisches Salz aus, welches zum Theil im Wasser auflöslich ist. In gelinder Hitze entwickelt sich Salzsäure, und es bleibt ein basisches Oxydsalz zurück. Wird das eingetrocknete Salz einer stärkeren Hitze ausgesetzt, so sublimirt es sich völlig als ein krystallinisches Salz (Rinman a. a. O. II. 448.), welches Chloreisen im Maximo ist und nach Hn. d'Ayen ein krystallinisches Sublimat mit stahlartiger Farbe und starkem Glanz bildet. Diese Verbindung läßt sich, wie H. Davy gezeigt hat, auch erhalten, wenn rothglühendes Eisen in Chlorgas gebracht wird, worin dasselbe verbrennt und dabei krystallinische Blättchen bildet, welche einen, dem metallischen sehr nahe kommenden Glanz besitzen, auch opalisiren, wie das Eisenerz von Elba. Diese Verbindung des metallischen Eisens mit Chlorine verflüchtigt sich schon bei mäßiger Wärme, füllt das Gefäß mit schönen kleinen Krystallen von außerordentlichem Glanz, und krystallisirt in glänzenden Platten, deren Form Davy nicht bestimmen konnte. Mit Wasser entsteht sogleich wieder salzsaures Eisenoxyd. — Auf das Eisenoxyd wirkt das Chlor auch bei starker Rothglühhitze nicht, während das Oxydul in einer viel geriugeren Temperatur zersetzt, und theils in rothes Oxyd, theils in Chloreisen verwandelt wird, welches als Sublimat aufsteigt. — Die Verbindungen des Chloreisens, sowohl im Maximo als im Minimo, lassen sich leicht darstellen, wenn trocknes Chlor über erhitztes reguliniſches Eisen geleitet wird, indem beide Verbindungen in erhöheter Temperatur flüchtig sind. Im Chloroxydulgase verhält sich das reguliniſche Eisen, nach H. Davy, wie im Chloringas, wenn nämlich im ersteren durch Verpuffung die Trennung der Chlorine vom Sauerstoffgas be-

wirkt ist; das Eisen verbrennt dann mit glänzendem Licht, und bildet Chloreisen, wobei der Sauerstoff des Chloroxydul frei und ungebunden bleibt.

H. Davy, über einige Verbindungen der oxydirten Salzsäure, in Schweigger's N. Journ. f. Chem. u. Phys. III. 233. 235. 237. — H. Davy, über d. Verbind. der Chlorine mit Sauerstoff. Ebendas. 262. — J. Davy, über die Verbind. der Chlorine mit den Metallen, in den Phil. Trans. f. 1812. — d'Ayen's Vers. in Kastner's Beitr. I. 175.

§. 232.

Königswasser ist das beste Auflösungsmittel für das Eisen, weil es sowohl das reguliniſche als auch das oxydirte Eisen leicht auflößt. Es entwickeln sich bei der Auflösung Wasserstoffgas, oxydirtes Stickgas und Salpetergas, und die Auflösung enthält salzsaures Eisenoxyd, wenn die Salpetersäure durch Digeriren verjagt wird.

§. 233.

Arsenikſäure greift das reguliniſche und das oxydirte Eisen nur schwach an; die Verbindungen sind durch Hn. Berzelius genauer bekannt geworden. Bei der Auflösung des reguliniſchen Eisens geschieht die Oxydation bei erhöheter Temperatur auf Unkosten der Säure, und nicht des Wassers; es entsteht weißer Arsenik, auch wohl wiederhergestelltes Arsenikmetall. — Am leichtesten erhält man das arsenikſaure Oxydul und das arsenikſaure Oxyd durch Zersetzung schwefelsaurer Eisensalze mit arsenikſauren Alkalien. Beide Verbindungen kommen in der Natur vor: das arsenikſaure Oxydul in grünen Würfeln, und das Oxyd mit brauner Farbe. Das arsenikſaure sowohl als das arsenigtsaure Eisenoxydul bilden weiße unauflösliche Niederschläge, welche sich (obgleich etwas schwer) in Aetzammoniack und in

Mineralsäuren auflösen, aus welchen letzteren sie durch Sättigung der Säure mit Alkalien niedergeschlagen werden. Das arsenikſaure Oxydul verdunkelt seine Farbe an der Luft, wird schmutzig grün und verwandelt sich in basisches Oxydsalz und in arsenikſaures Oxydul-Oxyd. Dies ist wenigstens die gewöhnliche Annahme; indeß wäre es auch möglich, daß bloß die veränderliche Menge des Wassergehaltes, die Nuancirung der Farben hervorbrächte. Schon in schwacher Glühhitze entläßt das Oxydsalz einen Theil der Säure als arsenigte Säure, indem sich das Oxydul auf Unkosten der Säure stärker oxydirt, so daß ein basisches arsenikſaures Eisenoxyd gebildet wird. — Das arsenikſaure Eisenoxyd bildet ebenfalls ein weißes, unauflösliches Pulver, welches 17,68 Procent Wasser enthält, die es beim Erhitzen verliert und sich in ein rothes, aus 31,16 Eisenoxyd und 68,84 Arsenikſäure bestehendes Pulver verwandelt. — Das frisch niedergeschlagene arsenikſaure Eisenoxyd löst sich leicht in Mineralsäuren, und auch in Aetzammoniack auf. Durch kaustische feuerbeständige Alkalien kann das arsenikſaure Eisenoxyd nicht vollständig zersetzt werden, sondern es bleibt immer ein Theil der Säure, mit dem Eisenoxyd zu einem überbasischen Oxydsalze verbunden, zurück. Dies Salz, welches das Ansehen des reinen Eisenoxydes hat, besteht nach Hn. Berzelius aus 13,4 Wasser, 79,6 Eisenoxyd und 7 Arsenikſäure. Es ist in Säuren, aber nicht in Ammoniack auflöslich. Es giebt aber noch ein anderes wirkliches basisches arsenikſaures Eisenoxyd, welches erhalten wird, wenn das neutrale arsenikſaure Eisenoxydul mit Salpetersäure gekocht und die Flüssigkeit durch Ammoniack zersetzt wird. Das basische Salz schlägt sich mit einer röthlichgelben Farbe nieder und die Flüssigkeit enthält keine Spur von Arsenikſäure, wenn nur das Aetzammoniak nicht in zu großem Uebermaaß angewendet wird.

Auch dies basische Salz löst sich nur in Säuren und nicht in Aetzammoniack auf; aber die feuerbeständigen ätzenden Alkalien verwandeln es in das überbasische Oxydsalz. — Wegen der Unauflöslichkeit des basischen arsenikſauren Eisenoxydes in Ammoniack, hat man vorgeschlagen, sich des Eisenoxydes zu bedienen, um die Quantität der Arsenikſäure in einer Flüſſigkeit zu bestimmen, indem man zu derselben eine bekannte Menge Eisenoxyd, in Königswasser aufgelöst, hinzugefügt, jedoch in dem Verhältniß, daß wenigstens ein basisches Salz gebildet werden kann, worauf man die saure Flüſſigkeit vorsichtig mit Aetzammoniack neutralisirt. Das Mehrgewicht des geglüheten Niederschlages, als das bekannte Gewicht des angewendeten Eisenoxydes beträgt, ist die durch den Versuch auszumittelnde Menge der Arsenikſäure. — Weder das neutrale, noch das basische arsenikſaure Eisenoxyd sind in Essigsäure auflöslich.

Chenevix chemische Zerlegung der arsenikalischen Kupfer- und Eisenerze; in Gehlen's Neuem Journ. der Chemie, II. 131—186. — Prouſt, über die Verbindung des Eisens mit Arsenikſäure; in Gehlen's Journ. f. Chemie u. Physik, III. 433. — Berzelius; in den Annales de Chimie XVII. 218.

§. 234.

Von der flüſſigen Phosphorſäure wird das reguliniſche Eisen, unter Entwickelung von Wasserstoffgas, stark angegriffen; auch die Oxyde des Eisens lösen sich in der Phosphorsäure, wenigstens bei Anwendung von Siedhitze, ziemlich leicht auf. Die phosphosauren Eisensalze zeigen eine große Uebereinstimmung mit den arsenikſauren. Man erhält sie am leichtesten, wenn man neutrale Eisenoxyd- oder Eisenoxydulsalze durch phosphorsaure Alkalien niederschlägt. — Das phosphorſaure Eisenoxydul bildet

einen weißen, pulverartigen Niederschlag, welcher mit der Zeit an der Luft blau wird und sich dabei nach der gewöhnlichen, jedoch durch Versuche noch keinesweges erwiesenen Annahme, in basisches phosphorsaures Eisenoxyd und in phosphorsaures Oxydul-Oxyd umändert. In diesem Zustande wird es häufig in der Natur angetroffen. Es wäre indeß wohl möglich, daß die blaue oder die weiße Farbe bloß durch das Verhältniß des Wassers bestimmt würde. Das phosphorsaure Oxydul ist im Wasser unauflöslich, löst sich aber leicht in Säuren, auch in Essigsäure auf, woraus es theils durch starke Verdünnung der Auflösung mit Wasser, theils durch vorsichtiges Sättigen oder Abstumpfen der Säure mit einem Alkali, niedergeschlagen werden kann. Darauf beruhet die Vorschrift, den Phosphorsäuregehalt eines Eisenerzes, oder einer Auflösung des Eisens in Schwefelsäure, auszumitteln, indem man die schwefelsaure Auflösung mit vielem Wasser verdünnt, die Säure etwas mit einem Alkali abstumpft und die Flüssigkeit ruhig hinstellt. Enthalten das Erz oder das Eisen Phosphorsäure oder Phosphor, so setzt sich am Boden des Gefäßes nach und nach ein weißer Niederschlag, welcher mit der Zeit eine blaue Farbe bekommt. Geringe Quantitäten Phosphorsäure werden indeß auf diese Art nicht gefunden, und zur quantitativen Bestimmung ist das Verfahren ganz unanwendbar. — Die Alkalien verwandeln das phosphorsaure Eisenoxydul in ein graugrünes, basisches phosphorsaures Oxydulsalz. — Das phosphorsaure Eisenoxyd bildet, wenn es aus den Eisenoxydsalzen durch phosphorsaures Alkali niedergeschlagen wird, ebenfalls ein weißes Pulver, welches sich aber an der Luft nicht verändert sondern sich nur durch Glühen braun färbt, indem es einen Theil seines Wassergehaltes verliert. Das phosphorsaure Eisenoxyd löst sich in den Mineralsäuren sehr leicht auf und läßt sich daraus durch Alkalien wieder nieder-

schlagen. In Wasser und in Essigsäure ist es ganz unauflöslich. Durch ätzende feuerbeständige Alkalien wird es in basiches phosphorsaures Eisenoxyd verwandelt, welches das Ansehn des Eisenoxyds besitzt und sich ebenfalls in Mineralsäuren, aber nicht in Essigsäure auflößt. Aus einer Phosphorsäure und Eisenoxyd enthaltenden sauren Auflösung, in welcher das Verhältniß beider Körper von der Art ist, daß sich ein basisches Oxydsalz bilden kann, schlagen die Alkalien dieses nieder, ohne daß eine Spur von Phosphorsäure in der Flüssigkeit zurückbleibt. Selbst wenn die Auflösung Kalkerde enthält und wenn man zum Niederschlagen Aetzammoniack anwendet, schlägt sich alle Phosphorsäure in Verbindung mit dem Eisenoxyd nieder und die Kalkerde bleibt in der Auflösung zurück. Dagegen fällt die Kalkerde in Verbindung mit Phosphorsäure nieder, wenn sich das Eisen nur im oxydulirten, und nicht im oxydirten Zustande in der Auflösung befand.

§. 235.

Wie sich Flußsäure und Boraxsäure beim unmittelbaren Einwirken auf das reguliniſche und oxydirte Eisen verhalten, ist noch zu wenig untersucht. Das flußsaure Eisenoxydul ist im Wasser unauflöslich, aber das Oxydsalz lößt sich sehr leicht im Wasser auf. — Das boraxsaure Eisenoxydul sowohl, als das boraxsaure Oxydsalz sind im Wasser unauflöslich. — Die Verbindung des Eisens mit Molybdänsäure, Zinnsäure, Scheel-, Schwerstein- oder Wolframsäure, mit Chromsäure, Kolumb- oder Tantalsäure, sind wenig untersucht. — Die Selensäure greift das reguliniſche Eisen kaum an, sondern überzieht es, nach Hn. Berzelius, mit einer kupferrothen Haut von Selen.

§. 236.

Die Verbindungen des Eisens oder seiner Oxyde mit

Aepfelsäure, Korksäure, Milchsäure, Milchzuckersäure, Ameisensäure und Honigsteinsäure, sind wenig bekannt; wenigstens ist das Wenige, was man von ihrem Verhalten zum Eisen kennt, ungenügend. — Die Essigsäure greift das reguliniſche Eisen lebhaft, und das (nicht geglühete) Eisenoxyd ziemlich leicht an; das Oxydul wird aber nur sehr schwer und durch lange anhaltendes Kochen aufgenommen. Nach Davy ist das Oxydulsalz nur durch Auflösung von Schwefeleisen (im Minimo) in Essigsäure rein zu erhalten, weil es zur stärkeren Oxydation außerordentlich geneigt ist, und dabei basisches essigsaures Eisenoxydhydrat absetzt. Die Auflösung soll durch vorsichtiges Verdampfen zu kleinen grünen Prismen anschießen. Die gewöhnliche Auflösung des Eisens in Essig ist ein dreifaches Salz. Das essigsaure Eisenoxyd macht sich in allen Auflösungen, worin es vorkommt, durch seine schöne rothe Farbe bemerkbar. Durch vorsichtiges Abdampfen erhält man aus der Auflösung röthlichbraune, leichtzerfließende Krystalle, gewöhnlich aber nur eine gallertartige Salzmasse. Beide Salze entbinden schon vor dem Glühen ihre Säure. Die Bereitung des essigsauren Eisenoxyds im Großen für die Färbereien geschieht unmittelbar aus Eisen und Essigsäure, zuweilen auch wohl aus essigsaurem Blei und Eisenvitriol. Statt der Essigsäure oder des sauer gewordenen Biers und anderer saurer Pflanzensäfte bedient man sich mit Erfolg der Holzsäure, welche beim Verkohlen des Holzes gewonnen wird.

Sur la préparation de l'Acétite de fer (ou liqueur de fer) employée comme mordant dans la teinture et dans les fabriques de toile peinte, in den Annal. des Arts, XI. 237—244.

§. 237.

Die Citronensäure löst das Eisen ziemlich leicht auf, und schneller als die Oxyde. Das citronensaure Oxy-

dul ist im Wasser leicht auflöslich, und giebt eine braune Auflösung, aus welcher durch langsames Verdampfen kleine Krystalle anschießen. Durch schnelles Verdampfen wird die Auflösung, nach Vauquelin, schwarz wie Tinte, und läßt eine in der Wärme zähe, und beim Erkalten brüchige Masse zurück. Das citronensaure Eisenoxyd ist ein leicht auflösliches, braunes Salz. Die Kleesäure greift sowohl das reguliniſche als das oxydirte Eisen leicht an. Das Oxydulsalz ist ziemlich leicht auflöslich; die Auflösung verändert sich aber an der Luft, besonders in der Siedehitze in sehr kurzer Zeit in basisches Oxyd und in Oxydul-Oxyd-Salz. Das basische Oxyd ist völlig unauflöslich, das Oxydsalz aber im höchsten Grade schwerauflöslich. Die große Neigung des kleesauren Oxyds, mit den kleesauren Alkalien dreifache, ziemlich leicht auflösliche Verbindungen zu machen, verhindert die Darstellung des kleesauren Eisenoxyds durch Zersetzung des schwefel- oder salzsauren Eisenoxyds mit kleesauren Alkalien; der Niederschlag ist immer nur partiell, und deshalb auch die Kleesäure als Scheidungsmittel des Eisens von andern Metallen (Mangan) nicht anwendbar. — Das kleesaure Eisenoxyd hat man in Böhmen natürlich vorkommend gefunden, gebildet durch einen nicht bekannten Zersetzungsprozeß im Braunkohlengebirge.

Die Weinsteinsäure löst das metalliſche Eisen leicht das Eisenoxyd etwas schwerer, das Oxydul aber nur bei lange anhaltendem Kochen auf. Das durch doppelte Zersetzung neutraler Salze erhaltene weinsteinsaure Oxydul bildet ein grünlichweißes, das weinsteinsaure Oxyd ein gelblich braunes Pulver; Ersteres geht durch stärkere Oxydation in Letzeres über, wobei zugleich basisches Oxyd gebildet wird. Aus der Auflösung in Weinsteinsäure wird das oxydirte Eisen durch Alkalien nur sehr unvollkommen und bei hinreichender Menge von Säure, um ein Doppelsalz mit

dem Alkali bilden zu können, gar nicht niedergeschlagen, so daß es nur durch Hydrothionsäure, Blausäure und Gallussäure noch gefällt oder entdeckt werden kann. Diese Eigenschaft des oxydirten Eisens giebt ein vortreffliches Mittel, es von einigen anderen Substanzen zu trennen, die zwar auch unter ähnlichen Umständen durch Alkalien nicht niedergeschlagen werden, deren Auflösungen aber auch durch den Zusatz von Schwefelalkalien nicht verändert werden. — Die Auflösung des weinsteinsauren Oxyds soll nach Bucholz ein dunkelchinabraunes basisches Salz an der Luft absetzen, und in der Flüssigkeit soll ein saures weinsteinsaures Eisenoxyd zurück bleiben, welches schon in $1\frac{2}{5}$ kaltem, und in $\frac{7}{19}$ warmem Wasser auflöslich sei. Die Verbindungen des Eisens mit Weinstein sind unter den Namen Tartarus martiatus oder chalybeatus, Globuli martiales, Tinctura martis tartarisata u. s. f. bekannt.

Ueber die unmittelbare Verbindung der Fettsäure, oder der Benzoesäure, mit dem reguliniſchen und dem oxydirten Eisen sind noch keine Versuche angestellt. Das durch Zersetzung neutraler Salze erhaltene benzoesaure Eisenoxydul ist sehr schwerauflöslich; es hat eine lichte grünlichgelbe Farbe, welche nach und nach dunkler wird. Das benzoesaure Eisenoxyd ist blaßroth und in der gewöhnlichen Temperatur im Wasser nicht auflöslich, obgleich es durch siedendes Wasser in ein auflösliches saures, und in ein unauflösliches basisches Salz zerlegt wird. Deshalb darf der Niederschlag von benzoesaurem Eisenoxyd durch siedendes Wasser nicht ausgesüßt werden. Das Oxydulsalz und das Oxydsalz lösen sich in allen Säuren sehr leicht auf, weshalb die durch benzoesaure Alkalien zu zersetzenden Eisenauflösungen, das Eisen im Zustande des Oxyds enthalten und vollkommen gesättigt seyn müssen. — Auch

über die unmittelbare Verbindung der Bernsteinsäure mit dem Eisen fehlt es an Versuchen. Das Verhalten der bernsteinsauren Verbindungen ist mit dem der benzoesauren ganz übereinstimmend. Das bernsteinsaure Eisenoxyd wird auch schon in der Siedehitze des Wassers zerlegt, weshalb bei der Anwendung bernsteinsaurer Neutralsalze zum Niederschlagen des bernsteinsauren Eisenoxyds, nicht allein das Aufkochen der Flüssigkeit vermieden, sondern auch der Niederschlag nur mit kaltem Wasser ausgesüßt werden muß. Das in Ueberschuß von Säure aufgelößte bernsteinsaure Eisenoxydul ist weingelb, und wird nach und nach an der Luft dunkler, wobei sich eindunkelrother Niederschlag absondert, welcher theils basisches, theils neutrales bernsteinsaures Eisenoxyd ist. Das reine bernsteinsaure Oxyd bildet einen stark aufgequollenen braunrothen Niederschlag, der sich besser wie das benzoesaure Eisenoxyd, durch langsames Glühen unter Luftzutritt vollständig in rothes Eisenoxyd umändern läßt.

§. 238.

Nach Hn. Davy giebt das gasförmige Jode mit reguliniſchem Eisen, in einer mäßigen Temperatur, eine in Alkohol, Aether und Wasser auflösliche Verbindung. Aus Colin's Versuchen scheint hervorzugehen, daß das Jode das Eisenoxydul (wie die Chlorine) zum Theil in Oxyd verwandelt, zum Theil reducirt, und sich mit dem reducirten Theile zu Jodineeisen verbindet, also den Sauerstoff austreibt. Bei anderen Metallen, die keiner zweifachen Oxydationsstufe fähig sind, scheint sich die Jodine mit einem Theile des reducirten Metalles zu Jodinemetall (Jodinequecksilber u. s. f.) zu verbinden, während ein anderer Theil Jodine oxydirt und in Jodinesäure umgeändert wird, welche mit dem unveränderten Theile des Metalloxyds zu einem jodinesauren Metallsalze in Verbindung tritt.

Die

Die Jodinewasserstoffsäure, welche man durch die Verbindung des Jode mit Phosphor und durch Befeuchten des Gemisches, zugleich mit phosphorigter Säure, erhält, verbindet sich nach Gay-Lussac im gasförmigen Zustande mit dem metallischen Eisen, wobei Wasserstoffgas zurückbleibt, so daß die Verbindung also reguliniſches Eisen mit Jode ist. Befindet sich die Säure aber, durch Auflösen des Gases in Wasser, im tropfbar-flüssigen Zustande, so wird das Eisen unter Entwickelung von Wasserstoffgas aufgelößt, wobei sich das Eisen oxydirt und mit der neuen Säure zu jodinewasserstoffsaurem Eisen verbindet. — Das hydriodsaure Eisenoxydul sowohl als das hydriodsaure Eisenoxyd scheinen in ihrem Verhalten sehr viel Uebereinstimmendes mit dem salzsauren Eisenoxydul und dem salzsauren Eisenoxyd zu zeigen.

Davy, in Gilbert's N. Annalen der Physik. XVIII. 21. — Colin; ebendas. S. 283. — Gay-Lussac ebendas. S. 27.

§. 239.

Das Schwefelwasserstoffgas, oder die Hydrothionsäure, schlägt das in Säuren aufgelößte Eisen aus der Auflösung nicht nieder, wenn es sich im Zustande des Oxyduls aufgelößt befindet. Das Oxyd wird aber durch jene Säure in Oxydul umgeändert, und die Eisenoxydsalze werden dadurch zu Oxydulsalzen, ohne daß das Eisen niedergeschlagen wird, weshalb man sich dieses Gases sehr gut bedienen kann, um Eisen von manchen Metallen zu scheiden. Daß aber das Schwefelwasserstoffgas das oxydirte Eisen reducirt und in Schwefeleisen von verschiedenen Graden der Sättigung umändert, je nachdem die Temperaturen und andere Umstände verschieden einwirken, ist schon vorhin (§. §. 185 bis 187) erwähnt worden.

Dagegen wird das Eisen aus seinen Auflösungen in

Säuren, durch die Verbindungen des Schwefelwasserstoffs mit den Basen der Alkalien und Erden (Hydrosulfuren), sogleich mit schwarzer Farbe niedergeschlagen, weil die Säure, welche das Eisen aufgelößt hielt, durch die alkalische oder erdige Grundlage der Schwefelleber gebunden wird. Der schwarze Niederschlag ist lange Zeit für Wasserstoffschwefeleisen, nämlich für eine Verbindung des Wasserstoffschwefels mit Eisenoxydul gehalten worden; allein es ist jetzt nicht mehr zu bezweifeln, daß dieser Niederschlag ebenfalls Schwefeleisen auf verschiedenen Stufen der Sättigung des Eisens mit Schwefel ist. Dieser schwarze Niederschlag wird mit der Zeit an der Luft gelb, indem sich das Schwefeleisen zersetzt und der zugleich mit niedergefallene Schwefel, oder derjenige Antheil Schwefel, welcher an dieser Zersetzung keinen Theil nimmt, mit seiner gelben Farbe zum Vorschein kommt.

Berthollet über d. Verhalten der Metalle zum geschwefelten Wasserstoffgas, in Scherer's Journ. d. Chemie, I. 367 — 403. — Vauquelin, wie Schwefelwasserstoff auf Eisen wirkt; in Gilbert's Ann. d. Phys. IX. 40 — 44.

§. 240.

Die unmittelbare Verbindung des Cyan mit dem Eisen, oder der Blausäure mit dem oxydirten Eisen, ist kaum bekannt. Aber mehrere Doppelverbindungen des Cyan mit Eisen und mit anderen Körpern waren längst ein wichtiger Gegenstand für mehrere Gewerbszweige, ohne daß man ihre wahre Zusammensetzung kannte, welche vorzüglich durch Hn. Berzelius erforscht worden ist. Eine wesentliche Erweiterung hat die Kenntniß der Cyanuren durch Hn. L. Gemlin erhalten, durch dessen Forschungen eine zweite Reihe von Cyanverbindungen bekannt geworden ist. Vorher kannte man nur diejenigen Cyanuren, in wel-

chen das Eisen mit so viel Cyan verbunden ist, daß bei der (vorgestellten, oder wirklich erfolgenden) Umänderung der Cyanuren in ein blausaures Salz, durch die Verbindung mit Wasser, der Wasserstoff des Wassers das Cyan in Blausäure, und der Sauerstoff des Wassers das Eisen in Oxydul umändert. Die zweite, durch Hn. Gmelin bekannt gewordene Reihe der Cyanuren, ist aber so zusammengesetzt, daß bei der Umwandlung derselben in blausaure Salze, das Cyan durch den Wasserstoff des Wassers in Blausäure, und das Eisen durch den Sauerstoff in Eisenoxyd verwandelt wird. Das Eisen ist in dieser letzten Reihe mit $\frac{1}{2}$ mal so viel Cyan, als in der ersten Reihe der Verbindungen vereinigt.

Hr. Berzelius hat gezeigt, daß die erste Reihe von Doppelcyanuren so zusammengesetzt ist, daß, bei der Umänderung derselben in blausaure Salze, das sich bildende Eisenoxydul halb so viel Sauerstoff aufnimmt, als die andere Basis; oder daß das Eisen in der Cyanure mit halb so viel Cyan als der andere metallische Körper vereinigt ist. Diejenigen Doppel-Cyanuren, welche im trocknen oder im krystallinischen Zustande Wasser enthalten, sind mit einer solchen Menge Wasser verbunden, daß der Sauerstoffgehalt des Wassers genau hinreicht, die Basen zu sättigen, und der Wasserstoffgehalt, um das Cyan in Blausäure umzuändern. Es lassen sich also diese Doppel-Cyanuren entweder als solche mit Krystallisationswasser, oder als blausaure Doppelsalze ansehen, welche sich wieder in Doppel-Cyanuren umändern, wenn das Salz sein Krystallisationswasser durch Verwittern, oder in der erhöheten Temperatur verliert.

Das Cyan geht mit den stärkeren Basen Verbindungen ein, welche bei der gewöhnlichen Lufttemperatur das Wasser nicht zersetzen, also nicht blausaure Salze werden. Die schwächeren Basen hingegen, z. B. Ammoniack, Be-

ryllerde und verschiedene Metalloxyde, geben blausaure Salze, welche in einer höhern Temperatur sich entweder nicht in Cyanuren verwandeln, oder dies wenigstens nicht thun, ohne daß ein Theil des Cyans des blausauren Salzes dabei auf Kosten des Sauerstoffs der Basen zerstört wird, und Kohlensäure, Ammonik und Kohlen Metalle sich bilden. — Die Doppelcyanuren derjenigen Metalle, welche sich durch Kohle in der Glühhitze nicht reduciren lassen (Kalium, Kalcium u. s. f.) behalten das Cyan beim Glühen und werden durch Auflösen im Wasser zu einfach blausauren Salzen (oder sie werden in einfache Cyanuren umgeändert); aber die mit der Basis in der Doppel-Cyanure verbunden gewesenen Eisencyanure wird zersetzt, giebt ihren Stickstoff gasförmig ab und verwandelt sich in ein Eisenquadrikarburet. — Die Doppelcyanuren derjenigen Metalle, deren Oxyde sich durch bloßes Erhitzen in höherer Temperatur nicht reduciren lassen, geben Stickgas ab und verwandeln sich gänzlich in Quadrikarburete. — Die edlen Metalle hingegen entlassen beim Glühen das Cyan und bleiben reguliniſch, mit dem Eisenquadrikarburet gemengt, zurück. — Die blausauren Salze, welche gar nicht in Cyanuren verwandelt werden können, geben im Anfange der Operation Wasser, nebst blausaurem und kohlensaurem Ammoniak. Das Eisen bleibt erst als Cyaneisen und dann als Quadrikarburet zurück; das andere Metall behält aber ein geringeres Mischungsgewicht Kohle mit sich verbunden, weil ein Theil auf Kosten des Wassers und der Oxyde verbrannt wird. — — Wenn ein blausaures Salz, oder eine Doppel-Cyanure, durch eine stärkere Säure zersetzt wird, so erhält man ein saures Salz, welches aus 1 Mischungs-Gewicht Eisenoxydul mit 6 M. G. Blausäure verbunden besteht, welches also 3 mal so viel Blausäure als in der neutralen Verbindung enthält (nämlich den ganzen Cyan-

oder Blausäuregehalt, mit welchem die andere Basis in der Doppel-Cyanure verbunden war). Man hat dieser Verbindung den Namen der eisenhaltigen Blausäure gegeben. Hr. Berzelius betrachtet sie als eine Doppel-Cyanure von Eisen und Wasserstoff.

§. 241.

Unter den Doppel-Cyanuren der ersten Reihe sind die bekanntesten und wichtigsten die Cyanuren mit Kalium oder mit Natrium, und das blausaure Eisenoxydul-Oxyd.

Die Doppel-Cyanuren von Eisen und Kalium oder Natrium sind unter dem Namen des Blutlaugensalzes bekannt. Das Cyan-Eisen-Kalium besteht aus 1 Mischungs-Gewicht Cyan-Eisen und aus 2. M. G. Cyan-Kalium; es ist also eben so wie alle Doppel-Cyanuren dieser Art zusammengesetzt. Wenn es krystallisirt, oder Wasser haltend ist, so treten jenen drei Mischungsgewichten noch 6 M. G. Wasser hinzu, welche gerade hinreichen, das Eisen in Oxydul und das Cyan in Blausäure zu verwandeln. Es besteht daher aus 12,85 Eisen, 37,11 Kalium; 37,22 Cyan und 12,82 Wasser; oder, wenn man will, aus 16,54 Eisenoxydul, 44,68 Kali und 38,78 Blausäure. — Man hat sich früher des Blutlaugensalzes bedient, um den Eisenoxydgehalt in einer Auflösung zu bestimmen. Dies Verfahren ist aber sehr unzuverlässig, theils weil immer das Eisen in Abzug gebracht werden muß, welches durch das Blutlaugensalz selbst erst hineingebracht wird; theils weil der entstehende Niederschlag, nach dem verschiedenen Oxydationszustande des aufgelößten Eisens, sehr verschieden zusammengesetzt ist und weil sich der Wassergehalt des Niederschlags nicht genau bestimmen läßt. — Wenn ein Eisenoxydulsalz durch Blutlaugensalz niedergeschlagen wird, so entsteht ein weißer Niederschlag, welcher an der Luft blau wird. Er

enthält, wie Proust schon gezeigt hat, noch Kali, und ist daher kein blausaures Eisenoxydul. Er wird an der Luft blau und scheint ein basisches Salz zu seyn. Von dem Berlinerblau unterscheidet sich diese Verbindung wesentlich durch ihre Auflöslichkeit im Wasser, wodurch sie für die Miniaturmahler anwendbar wird. — Wird dagegen ein Eisenoxydsalz durch Blutlaugensalz gefällt, so ist der Niederschlag Pariserblau oder Berlinerblau, nämlich eine aus neutralem blausauren Eisenoxyd und neutralem blausauren Eisenoxydul proportional zusammengesetzte Verbindung, in welcher das Eisenoxyd zweimal so viel Sauerstoff enthält als das Oxydul. Nach meinen Versuchen zeigen 100 Theile Berlinerblau, in der Wassersiedhitze getrocknet, 24,7 Eisenoxyd in der Auflösung an.

Das reine Cyan-Kalium, oder die einfache Cyanure mit Kalium, (die Blutlauge) giebt mitn eutralen Eisenoxydsalzen keinen Niederschlag; ein weißer, sich blau färbender Niederschlag entsteht erst bei vorwaltender Säure. — Mit neutralen Eisenoxydsalzen wird kein blauer, sondern ein gewöhnlicher gelber Eisenoxydhydrat Niederschlag bewirkt, indem das Eisenoxyd kein einfach blausaures Salz bildet.

§. 242.

Bei der zweiten Reihe von Cyan-Verbindungen sind das Eisen und die andere Basis mit gleichen Quantitäten Cyan vereinigt, so daß die Doppel-Cyanure, wenn sie im Wasser aufgelößt und als eine blausaure Verbindung gedacht wird, das Eisen als Eisenoxyd enthält, dergestalt daß beide Basen eine gleiche Menge Sauerstoff enthalten. Von diesen Verbindungen hat der Entdecker die Doppel-Cyanure von Eisen und Kalium am genauesten kennen gelehrt. Dies Salz bildet sehr stark glänzende, gelblichrothe Krystalle, die kein Wasser enthaiten, folglich gar nicht als blausaures

Salz betrachtet werden können. Es besteht aus 35,68 Kalium, 16,48 Eisen und 47,84 Cyan. Beim Ausschluß der Luft erhitzt, verwandelt es sich in das gewöhnliche Blutlaugensalz, indem es Cyangas und Stickstoffgas entläßt. Es erfordert 38 Theile kaltes Wasser zur Auflösung, welche eine gelbe Farbe hat.

Wenn man durch eine wässrige Auflösung des gewöhnlichen Blutlaugensalzes Chlorgas streichen läßt, bis die Flüssigkeit mit Eisenoxydsalzen (die aber keine Spur von Eisenoxydul enthalten dürfen) keinen Niederschlag von Berlinerblau mehr giebt, so erhält man eine grünlichbraune Flüssigkeit, welche, nachdem sie von dem sich bildenden Berlinerblau abfiltrirt ist, durch möglichst langsames Abdampfen zu Krystallen anschießt. Die Mutterlauge setzt noch immer Berlinerblau ab, entwickelt einen stechenden Geruch nach Blausäure und liefert theils noch jene, morgenroth gefärbte Krystalle, theils salzsaures Kali. Wird das Durchstreichen des Chlorgases zu lange fortgesetzt, so wird das blausaure Eisenoxydkali, woraus die wässrige Auflösung jener Krystalle besteht, wieder zersetzt. — Nennt man das gewöhnliche Blutlaugensalz gelbes oder weißes Cyaneisenkalium, so kann man dieses rothes nennen. Jenes giebt beim Auflösen im Wasser blausaures Eisenoxydul-Kali; dieses aber blausaures Eisenoxyd-Kali. Die weiße Doppelcyanure enthält 2 Kalium, 1 Eisen und 3 Cyan, oder 4 Kalium, 2 Eisen und 6 Cyan. Wirkt nur so viel Chlor als nöthig ist, um 1 Kalium aufzunehmen, so bleiben 3 Kalium, 2 Eisen uud 6 Cyan. Es gehören hierbei 3 Misch. Gew. Cyan den 3 M. G. Kalium, und 3 Cyan den 2 Eisen an. Man könnte diesen Körper also auch als eine Verbindung von 2 M. G. Cyan-Kalium mit 2 M. G. Anderthalb Cyan Eisen betrachten. Beim Auflösen im Wasser giebt er blausaures Eisenoxyd Kali, indem 6 Cyan

6 Wasserstoff aufnehmen, und 3 Sauerstoff auf 3 Kalium, so wie die anderen 3 Sauerstoff auf die 2 Eisen übergehen. Daher giebt die rothe Doppelcyanure mit Eisenoxydulsalzen Berlinerblau, so wie das weiße mit den Eisenoxydsalzen. — Mit den letzteren bildet diese Doppelcyanure nur eine dunkelbraune Flüssigkeit. — So wie die weiße Doppel-Cyanure ein empfindliches Reagens auf Eisenoxyd ist, so ist die rothe ein höchst empfindliches auf Eisenoxydulsalze, indem sich der geringste Gehalt an Eisenoxydul in einer Flüssigkeit, durch den dunkelblauen Niederschlag zu erkennen giebt. — So wie ferner das dreifach blausaure Eisenoxydul (§. 240) fähig ist, außer mit dem Kali (Blutlaugensalz) noch mit vielen anderen Salzbasen Verbindungen einzugehen; eben so verhält sich auch das in dem blausauren Eisenoxydkali anzunehmende dreifach blausaure Eisenoxyd. Mit dem Baryt-Strontian- und Kalkwasser, so wie mit salzsaurem Baryt und Kalk entstehen keine Niederschläge, indem diese Verbindungen sämmtlich leicht auflöslich zu seyn scheinen, aber mit schweren Metallsalzen werden Niederschläge gebildet, welche von denen mit dem gewöhnlichen Blutlaugensalz sehr verschieden sind.

Scheele, Versuche über die färbende Materie im Berlinerblau; in den schwed. Abhandl. vom J. 1782—1783. — Scheele, Entdeckung der wahren Natur der färbenden Materie im Berlinerblau, in v. Crell's neuesten Entdeckungen, XI. 91. — Proust, über das blausaure Eisen, in Scherer's Journ. f. Chemie, VI. 654. — Derselbe über d. blausauren Verbindungen, in Gehlen's Journ. f. Chemie u. Physik, I. 350. III. 549—597. Gewinnung des Blutlaugensalzes, des Berliner- und Pariserblaues im Großen. — Demachy's Laborant im Großen, II. 261. — Weber's bekannte und unbekannte Fabriken und Künste, St. 9. — v. Ittner's Versuche über die Blausäure. — Gadolin, über d. Probiren der Eisenerze

auf nassem Wege durch Blutlauge; aus den Neuen Schwedischen Abhandl. IX. 109 u. f. — Hänle's Chem. techn. Abh. B. II. Frankf. a. M. 1810 8. — Berzelius, in Schweigger's Journ. XXX. 1. u. f. in Schweigger's N. Journal I. 42 u. f. — L. Gmelin; in Schweigger's N. Journ. IV. 325.

§. 243.

Die Gallusſäure macht mit allen Eiſenoxydulſalzen keinen Niederſchlag, weil das gallusſaure Oxydul ſehr auflöslich im Waſſer und farbenlos iſt. Aus Eiſenoxydſalzen ſchlägt ſich dagegen ſogleich das ſchwarze gallusſaure Eiſenoxyd nieder, aber ſo zart vertheilt, daß es lange ſchwebend erhalten werden kann. Das gallusſaure Eiſenoxyd iſt in Säuren auflöslich, ohne zerſetzt zu werden, verliert aber in ſehr ſtarken Säuren ſeine Farbe, die durch Alkalien wieder zum Vorſchein kommt. — Der Gerbeſtoff (das Tannin) bewirkt in den Auflöſungen der Eiſenoxydulſalze keine Veränderung und keinen Niederſchlag; die Oxydſalze werden aber ſogleich mit dunkelblauer Farbe zerſetzt. Dies Eiſentannin iſt in Schwefelſäure auflöslich, wird aber durch Sättigung der Säure wieder daraus erhalten. Wahrſcheinlich entzieht das Tannin dem Oxyde etwas Sauerſtoff, weil das ſchwefelſaure Eiſenoxyd dadurch in ſchwefelſaures Eiſenoxydul umgeändert wird. — Da die ſogenannten adſtringirenden Pflanzen Gallusſäure und Gerbeſtoff enthalten (welche durch thieriſchen Leim u. ſ. f. von einander geſchieden werden können), und da beide Subſtanzen die Eigenſchaft haben, das Eiſenoxyd mit dunkeln Farben niederzuſchlagen; ſo bedient man ſich der Adſtringentien (einer Weingeiſttinktur) als eines ſicheren und unfehlbaren Mittels, die geringſten Spuren von Eiſen in einer Auflöſung aufzufinden, indem ſich ſogleich eine violette Färbung (bei ſchwach

oxydirten und höchst geringen Quantitäten von aufgelößtem Eisen, erst nach einigen Stunden) einstellt.

Zusammenstellung der Resultate der Untersuchungen über die Natur des Gerbestoffs, der Gallussäure und ihrer Verbindungen; in Scherer's Journ. d. Chemie, VII. 472 bis 487. 599. und in Gehlen's N. allgem. Journ. d. Chemie, VI. 220—248. (Die gewöhnliche Schreibetinte).

§. 244.

Es ist schon oben (§. 214) bemerkt worden, daß der Stahl durch das Bestreichen mit Säuren eine dunklere Farbe erhält, als das Stabeisen. Je weicher das Eisen ist, desto lichter ist der Fleck, den die Säuren auf der Oberfläche zurücklassen. So wie das Anlaufen ein Mittel angab, das härtere und das weichere Eisen sogleich durch die Farbenschattirung zu unterscheiden (§. 117.), und zu prüfen, ob eine Eisenstange aus durchaus gleichartigem Eisen bestehe: so ist auch das Aetzen oder Beizen der Oberfläche des Eisens (§. 170) ein Mittel, die härteren und weicheren Stellen im Eisen deutlich von einander zu unterscheiden. In einigen Fällen will man die härteren und die weicheren Stellen absichtlich gegen einander abstechen lassen, und dann muß man sich (aus Gründen, die im §. 214. entwickelt sind) der Salpetersäure vorzugsweise bedienen. Rinman schlägt zum Aetzen des echten Damastes, oder der echten damascirten Arbeit, d. h. solcher Waaren, welche durch das Zusammenschweißen härterer und weicherer Eisen- und Stahlarten bereitet sind (Gewehrläufe und Degen- oder Säbelklingen) ein Aetzwasser aus $1\frac{1}{2}$ Pfund Wasser, 2 Loth Scheidewasser, $\frac{1}{2}$ Loth Kupfervitriol und 1 Loth Salmiak vor, indem dies, nach seinen Erfahrungen, vorzüglich schöne Farbenschattirungen in den Fällen hervorbringt, wenn kein tiefes Einfressen nothwendig ist. — Das Verfahren

beim Aetzen oder Einsenken der Figuren in Eisen und Stahl ist nicht schwierig, wenn der Aetzgrund aus Wachs oder Leindlfirniß gut gemacht, und wenn die verlangte Zeichnung mit einer (stählernen) Radirnadel gehörig in den Aetzgrund eingegraben ist. Sollen die eingesenkten Zeichnungen vergoldet werden, so müssen die Striche tiefer eingeätzt werden. Als Aetzwasser kann man sich der Salpetersäure deshalb nicht bedienen, weil sie zu viel basisches Oxyd absetzt, welches aus den feinen Strichen nicht leicht wieder herauszubringen seyn würde. Rinmann schlägt daher ein Aetzwasser aus 20 Loth Wasser, $1\frac{1}{2}$ Loth Alaun, $\frac{3}{4}$ Loth Kupfervitriol und 4 Loth Vitriolspiritus vor, dessen Kupfergehalt sich in den Gravirungen zwar niederschlägt, aber leicht abgebürstet werden kann, und die Eisenfläche dann recht blank darstellt. — Bei den falschen Damascirungen, oder bei den Damastzeichnungen, hat man die Absicht, erhöhete Zeichnungen auf einem vertieften Grunde zu machen, um den ächten Damast, bei welchem die härteren Stellen immer erhaben sind, weil sie sich langsamer auflösen (§. 213.), nachzuahmen. Die Zeichnungen werden mit einer Oelfarbe aus Bleiweiß und Terpenthinöl, welche den Wirkungen der Säuren widersteht, aufgetragen, und der unbedeckte Grund, nach dem erfolgten Trocknen der Malerei, eingeätzt. Hierzu muß man sich eines schwächeren Aetzwassers bedienen, wozu Rinman 10 Unzen Weinessig, $1\frac{1}{2}$ Loth Salmiak und $\frac{3}{4}$ Loth Kupfervitriol, oder auch 1 Pfund Essig, 1 Loth Grünspan, 3 Loth Salmiack und $\frac{3}{4}$ Loth Vitriolgeist vorschlägt.

Rinman a. a. O. II. 427 — 441.

§. 245.

Ein anderer Gebrauch, den der praktische Eisenhüttenmann von der Wirkung der Säuren auf das Eisen macht, besteht darin, die Oberfläche des Eisens vom Glühspan zu

reinigen, wie in der Folge bei der Anfertigung der verzinnten Eisenbleche näher gezeigt werden wird. Geht man das Verhalten der verschiedenen Säuren durch, so ergiebt sich, daß die Salzsäure die kräftigste Wirkung äußern würde, weil sie das Oxydul am stärksten angreift; sie ist indeß zur Anwendung in den großen Werkstätten zu theuer, weshalb sie zuweilen durch verdünnte Schwefelsäure, am häufigsten und gewöhnlichsten aber durch Essigsäure, nämlich durch die Säure ersetzt wird, welche man beim Gähren des geschrotenen Getreides erhält.

Rinman a. a. O. I. 60—66.

Eisen und Alkalien.

§. 246.

Auf dem nassen Wege scheinen die fixen Alkalien, beim Digeriren mit metallischem Eisen und mit Eisenoxyden, gar keine Wirkung zu äußern; im Gegentheil scheint es, daß sie die Wasserzersetzung des reguliniſchen Eisens verzögern. Auf das Oxydul und auf das Oxyd habe ich ebenfalls keine Wirkung warnehmen können.

In der Glühhitze werden Kali und Natron durch Eisen zerlegt, und es bilden sich Kalium und Natrium, wobei das Eisen oxydirt wird. Das Roheisen wird durch Schmelzen mit Alkalien in stahlartiges Eisen verwandelt und zuletzt in reines Stabeisen, indem die Kohle zur Reduktion des Alkali gleichzeitig mit verwendet wird. Eine Verbindung des Eisens mit den Alkalimetallen scheint aber nicht statt zu finden, wahrscheinlich weil diese Metalle zu flüchtig sind, weshalb sie auch mit dem Eisen nicht verbunden werden können, wenn man ihre Hydrate, nämlich die gewöhnlichen Alkalien, mit oder ohne Zusatz von Kohlenstaub, mit Eisen in bedeckten Tiegeln schmelzt. — Daß die

Alkalien und ihre Metalle von allem Einfluß auf die Beschaffenheit des Stabeisens freigesprochen werden müssen, scheint aus den Versuchen, welche Hr. Hassenfratz angestellt hat, bewiesen. Ein Flintenlauf, welcher zur Zersetzung des Kali gebraucht worden war, und woraus man eine hinlänglich große Menge von diesem neuen Metall erhalten hatte, um auf die Qualität des Eisens Einfluß haben zu können, ließ sich sehr gut schmieden, und gab sehr weiches, durchaus nicht roth- oder kaltbrüchiges Eisen. — Wenn das Kalium sich so leicht mit dem Eisen verbände, so müßte man es in allem Eisen, welches bei Holzkohlen angefertigt wird, auffinden; und doch läßt sich keine Spur davon ausmitteln. Wären auch die chemischen Hülfsmittel zur Auffindung des Metalls noch zu unvollständig, so müßte es wenigstens seinen Einfluß auf die Beschaffenheit des Eisens äußern. Weil dies aber, nach den Erfahrungen, welche Hr. Hassenfratz mitgetheilt hat, nicht der Fall zu seyn scheint; so würde es dem Hüttenmann genügen, zu wissen, daß die Alkalien und ihre Metalle — wenn sie sich auch mit dem Eisen verbinden, und durch die Analyse nur nicht aufgefunden werden sollten — dem Eisen keine nachtheiligen Eigenschaften mittheilen.

Hassenfratz im Journal des mines T. XXIII. (Nr. 136.) p. 275.

§. 247.

Hr. Serullas, welcher mehrere Versuche über Legirungen des Kalium mit den Metallen angestellt hat, ist bemüht gewesen, auch eine Legirnng des Kalium mit Eisen, durch Schmelzen eines Gemenges von Eisenfeile, Weinstein uud Kiehnruß darzustellen. Er behauptet, auf diese Weise wirklich eine Legirung von Eisen und Kalium erhalten zu haben, von welcher er sagt, daß sie grau nnd spröde

sey. Weil das Eisen bei dem angewendeten Verfahren entweder in wilden Stahl oder in Roheisen umgeändert werden müßte, so läßt sich nicht bestimmen, welche Eigenschaften das Kalium dem Eisen mitgetheilt haben möge.

Das bei Holzkohlen erblasene Roheisen enthält niemals Kalium, wenigstens habe ich weder in dem Roheisen, noch in der Hohenofenschlacke jemals Kali gefunden, obgleich es sich doch in der Asche der Kohlen in nicht unbedeutender Menge befindet. Es scheint daher, daß das Kali in dem Gestell des Hohenofens zwar wirklich zu Kalium reducirt wird, weil es sich sonst als Kali in der Schlacke finden müßte; daß das Kalium aber, unter den Verhältnissen, wie sie in dem Schmelzraum des Ofens statt finden, mit dem Eisen nicht in Verbindung tritt, sondern sich im metallischen Zustande verflüchtigt und beim Zutritt der Luft wieder in Kali umändert. Bei Oefen, welche mit geschlossener Brust arbeiten, verflüchtigt sich das Kalium wahrscheinlich aus der Gicht und ändert sich sogleich wieder in Kali um, sobald es mit der Luft in Berührung tritt. Bei den Oefen mit offener Brust entweicht es zum Theil aus der Gicht, zum Theil setzt es sich am Tümpel, nebst mehreren anderen, theils mechanisch vom Windstrom fortgerissenen Bestandtheilen der Beschickung, theils sich wirklich verflüchtigenden Substanzen, als ein Sublimat an, welches häufig sehr reich an Kali ist. Diese Ansätze, oder dies Sublimat, enthalten nicht bloß kohlensaures, sondern auch salz- und schwefelsaures Kali, gemengt mit sehr vielen anderen Substanzen. Sogar das Sublimat, welches sich beim Betriebe des Koaks Hohenöfen unten am Tümpel ansetzt, enthält, nach Hn. Berthier's Untersuchungen, oft eine große Menge von Kali.

Wenn sich aber auch auf diese Weise das Kali mit dem Eisen nicht verbindet, so wäre es doch möglich, eine Verbindung des Kalium oder Natrium mit Eisen beim Ver-

frischen des Roheisens in den gewöhnlichen Frischheerden zu bewerkstelligen. Man hat sich hin und wieder wohl eines Zusatzes von Pottasche bedient, um das Phosphor haltende Roheisen beim Verfrischen in den Heerden zu verbessern und will davon auch einen günstigen Erfolg erhalten haben. Um jedoch den Einfluß der Alkalien genügender kennen zu lernen, habe ich sie in Quantitäten von 5 bis 6 Procent anwenden und das Eisen während der ganzen Frischperiode mit Pottasche und mit kohlensaurem Natron bestreuen lassen. Der Erfolg entsprach der Erwartung nicht, indem das Eisen nicht allein an Schweißbarkeit verlor, sondern sich auch ungleich weniger haltbar zeigte. Obgleich in dem Eisen nur Spuren von Alkali, in nicht bestimmbarer Menge, aufgefunden werden konnten; so ließ es sich doch nicht bezweifeln, daß das starke Schiefern des Eisens und die geringere Festigkeit desselben, dem geringen Gehalt an Kalimetallen zuzuschreiben sei. Daß ein solches Minimum eines Gehaltes von Alkalimetall dem Eisen schon nachtheilige Eigenschaften mittheilt, wird weniger befremden, wenn wir in der Folge sehen werden, daß mehrere andere Körper ein ähnliches Verhalten zeigen. — Für den Techniker hat indeß dieses Verhalten der Alkalimetalle kaum einiges Interesse, weil niemals der Fall eintritt, wo Pottasche oder Soda in so großen Quantitäten mit dem Eisen in Berührung träte, daß es den Eigenschaften desselben nachtheilig werden könnte.

Serullas; im Archiv f. Bergbau VIII. 403. — Berthier; ebendas. X. 286. und XIV. 452. — Karsten; ebendas. XV. 3. u. f.

Eisen und Erdbasen.

§. 248.

Die Erden äußern auf dem nassen Wege durchaus keine Wirkung auf das Eisen, indem dasselbe in den angefeuchteten Erden dieselben Veränderungen erleidet, wie im reinen Wasser. Auf dem trockenen Wege werden die Erden dagegen durch Eisen zersetzt, oder desoxydirt, und zu Metallen umgeändert, wenn sie mit dem Eisen und mit Kohlenstaub geschmolzen werden. Ob die Desoxydation durch das Eisen allein, wie bei den Alkalien, bewirkt werden kann, oder ob dieselbe nur durch Kohle möglich ist, und das Eisen nur dazu dient, die Erdenmetalle in sich aufzunehmen (wozu aber auch Kupfer, vielleicht auch Silber angewendet werden kann), ist noch unentschieden. Nach den bisherigen Erfahrungen scheint das Eisen allein, ohne Mitwirkung des Kohlenstoffs, auf die Hydrate der Erden nur eine sehr geringe Kraft zu äußern.

§. 249.

Unter allen Erden ist die Kieselerde in ihrem Verhalten zum Eisen in der erhöheten Temperatur am genauesten untersucht. Hr. Berzelius konnte schon eine Verbindung des Kieselmetalles mit Eisen durch bloßes Cementiren von Eisenfeilspänen mit feingepulverter Kieselerde in Kohlenstaub bewirken, indem sich das Kieselmetall mit dem Eisen eben so verband, wie es unter denselben Umständen die Kohle thut. Aus den von Berzelius angestellten Versuchen geht hervor, daß das Silicium keinen bedeutenden Einfluß auf die Geschmeidigkeit des Eisens hat, sondern daß die Weichheit desselben bloß davon abhängt, ob der beigemischte Kohlegehalt mehr oder weniger vollkommen weggeschafft

schafft wird. Je reicher das Eisen an Silicium ist, desto geringer ist sein specifisches Gewicht. Das siliciumhaltige Eisen giebt beim Auflösen in Säuren mehr Wasserstoffgas als das reinste Stabeisen, weil das Eisen im höchsten Oxydationszustande nur etwas über 30 Procent, das Silicium aber über 50 Procent Sauerstoff aufnimmt, also mehr Wasser zerlegen muß, als das Eisen. Hr. Stromeyer hat besonders sehr genaue und ausführliche Versuche über die Verbindung des Siliciums mit dem Eisen angestellt, und Verbindungen in allen möglichen Verhältnissen von $2\frac{1}{4}$ bis 9,3 Procent Silicium mit Eisen dargestellt. Ueber das Verhalten des Siliciums mit dem Eisen läßt sich jedoch aus diesen Versuchen nicht urtheilen, weil in demselben Verhältniß, in welchem das Silicium zunimmt, auch das Verhältniß der Kohle im Eisen größer wird, wodurch die Beurtheilung des Verhaltens des reinen siliciumhaltigen Eisens unmöglich wird. Es wird indeß dafür gehalten, daß das Silicium dem Eisen keine, dem Gebrauche desselben nachtheilige Eigenschaften mittheile, wenigstens seiner Festigkeit und Ductilität nicht hinderlich sey. Versuche, welche im Großen in Oberschlesien mit reinem Quarzsand, als Zusatz beim Verfrischen des Roheisens, angestellt sind, haben ebenfalls das Resultat gegeben, daß dieser Zusatz dem Eisen nicht nachtheilig gewesen ist. Der Siliciumgehalt des Roheisens wird beim Frischprozeß zum größten Theil abgeschieden und verschlackt. Je grauer das Roheisen ist, desto mehr Silicium pflegt es zu enthalten.

Berzelius, Zerlegung der Kieselerde durch gewöhnliche chemische Mittel, in Gilbert's Annalen der Physik. Neue Folge, VI. 89—102. — Stromeyer, über die verschiedenen Arten der Verbindungen des Eisens mit dem Kieselmetall. Ebendas. VII. 335 u. f. VIII. 233. 321—330.

§. 250.

Später hat Hr. Boussingault wieder darauf aufmerksam gemacht, daß schon in der Temperatur, in welcher das Stabeisen zu Stahl cementirt wird, eine Reduktion der Kieselerde in der Kohle zu Silicium statt findet und daß das Silicium sich, eben so wie die Kohle, mit dem Eisen verbindet. Aber der Zwischenkunft der Kohle bedarf es nicht einmal, indem auch das reine Stabeisen, wenn es in Thontiegeln geschmolzen wird, Silicium aufnimmt und dadurch eine größere Leichtflüssigkeit erhält. Früher schon hatte Hr. Mushet die Erfahrung gemacht, daß das Stabeisen, mit reinem Quarzsande geschmolzen, härter und brüchiger wird und eine stahlartige Beschaffenheit bekommt. Hr. Boussingault fand in dem in hessischen Tiegeln geschmolzenen Stabeisen über 1 Procent Kieselerde, oder vielmehr 0,54 Silicium. Aus der Härte des Silicium haltenden Eisens, die beim Ablöschen im Wasser noch zunimmt, glaubt Hr. B. schließen zu dürfen, daß das Silicium denselben Einfluß auf das Eisen habe, wie die Kohle, oder daß das Silicium, eben so wie die Kohle, das Eisen in Stahl verwandle.

Versuche im Kleinen, so schätzbar sie sind, führen leicht zu Trugschlüssen, wenn es auf die Beurtheilung der Beschaffenheit des dargestellten Produktes ankommt. Entschieden scheint es zu seyn, daß das Silicium dem reinen (nicht Kohle haltenden) Eisen eine größere Härte mittheilt; aber die Erfahrungen im Großen zeigen, daß es auf die Festigkeit des Eisens sehr nachtheilig einwirkt und daß der größte Theil des so genannten faulbrüchigen Stabeisens, seine schlechte Beschaffenheit durch den Siliciumgehalt erhält, welcher beim Frischprozeß nicht vollständig abgeschieden worden ist. — Ein Siliciumgehalt des Stabeisens von 0,37 Pro-

cent ist schon hinreichend, die Festigkeit des Eisens ungemein zu vermindern. Ich habe mich durch mehrfache Analysen eines solchen faulbrüchigen Stabeisens überzeugt, daß der Siliciumgehalt die einzige Ursache der verminderten Festigkeit sey, weil sich, — außer geringen Quantitäten Phosphor, welche auf die Festigkeit des Eisens noch gar keinen Einfluß haben konnten, — keine anderen fremdartigen Bestandtheile auffinden ließen. Es ergiebt sich aus allen Untersuchungen, die ich mit sehr vielen Eisenarten angestellt habe, daß das Silicium auf die Festigkeit des Eisens in einem ungleich höheren Grade nachtheilig wirkt, als der Phosphor. Bei größeren Verhältnissen des Phosphors und des Siliciums zum Eisen, mag ein anderes Verhalten eintreten, welches jedoch für den praktischen Hüttenmann gleichgültig ist.

Bouſſingault; Archiv u. ſ. f. V. 163 u. f. — Muſhet; ebendaſ. IX. 417 u. f.

§. 251.

Es ist wohl kein Roheisen, welches unmittelbar aus den Erzen erzeugt wird, vorhanden, das nicht mehr oder weniger Silicium enthielte. Bei gleichen Quantitäten und Verbindungszuständen der Kohle, ist auch das Roheisen um so härter, scheint aber auch um so mehr an Festigkeit zu verlieren, je mehr Silicium es enthält. Bis jetzt ist dies Metall in den Gestell- und Schmelzräumen der hohen Oefen noch niemals reguliniſch und ohne mit Eisen verbunden zu seyn, gefunden worden, obgleich alle Umstände vorhanden sind, welche die Bildung desselben begünstigen würden. Selbst aus dem Roheisen, welches sehr viel Silicium enthält, scheidet es sich, beim Erstarren des Eisens, zum Theil als reines weißes Oxyd, oder als Kieselerde aus, die zuweilen ein schönes strahliges oder auch sternförmiges, oder

gleichlaufend fasriges Gefüge zeigt. Es ist merkwürdig, daß solche Ausscheidungen mitten in der Roheisenmasse, wo sich zufällig Blasenräume und Höhlungen gebildet haben, zuweilen zum Vorschein kommen, und daß noch niemals die Kieselerde reguliniſch angetroffen worden ist. Selbst da, wo sich das Titanoxyd reducirt hat, kommt das Silicium nur oxydirt vor und bildet nicht selten sehr schöne gleichlaufend und divergirend krumm- und gerade strahlige Ausscheidungen von blendend weißer Farbe mit seidenartigem Glanz. Diese Ausscheidungen erreichen zuweilen die Stärke eines halben Zolles und bestehen durchaus nur aus reiner Kieselerde. Es ist kaum daran zu zweifeln, daß sich diese Ausscheidungen nicht vorher wirklich im metallischen Zustande befunden haben.

Ein Siliciumgehalt von 3,46 Procent ist der größte, den ich jemals im Roheisen gefunden habe. — Ein Gehalt von 1 Procent, also von 2 Procent Kieselerde, die bei der Analyse gefunden wird, ist schon sehr bedeutend. Das bei Koaks erblasene Roheisen enthält in der Regel mehr Silicium als das bei Holzkohlen erzeugte.

Grignon, sur l'amiante ferrugineux etc. in dessen Mémoires de Physique sur l'art de fabriquer le fer. Paris 1775. p. 1 — 19. — Koch Beiträge zur Kenntniß krystalliniſcher Hüttenprodukte. Göttingen. 1823.

§. 252.

Das Aluminium, oder das Metall der Thonerde, ist durch die Untersuchungen der Herren Stodart und Faraday, welche dasselbe in dem besten ostindischen Stahl, — in dem sogenannten Wootz — gefunden haben und von der Beimischung dieses Metalles die vortrefflichen Eigenschaften jenes Stahls ableiten, in den Ruf gekommen, daß es, wenigstens in geringen Verhältnissen, dem Eisen beige-

mischt, zur Verbesserung desselben beitrage. Die Herren St. u. F. haben das Resultat ihrer Analyse durch die Synthese bestätigt und einen Aluminium haltenden Stahl zu bereiten gelehrt, welcher dieselben guten Eigenschaften besitzen soll, wie der ostindische Stahl.

Drei verschiedene Versuche mit Zusatz von Thon zum Roheisen, welche ich im Großen habe anstellen lassen, um den Einfluß auszumitteln, welchen die Thonerde beim Verfrischen des Roheisens auf das darzustellende Stabeisen äußern würde, haben zwar eine Verzögerung der Frischarbeit wegen des in großer Menge sich bildenden Eisenoxydul-Silikates, als Folge dieses Zusatzes, gezeigt; allein auf die Festigkeit des Eisens schien dieser Zusatz ohne einen auffallend nachtheiligen Einfluß gewesen zu seyn, auch haben sich bei der Analyse des Stabeisens kaum Spuren von Thonerde auffinden lassen wollen, obgleich der ganze Aluminiumgehalt durch das bei der Analyse angewendete Verfahren ohne allen Verlust hätte dargestellt werden müssen.

Eben so wenig habe ich in den bisher von mir untersuchten verschiedenen Arten von Roheisen, Stabeisen und Stahl einen wägbaren Gehalt, sondern immer nur Spuren von Thonerde auffinden können, wodurch es mir zweifelhaft wird, ob sich die Thonerde bei dem gewöhnlichen Schmelzproceß im Hohenofen überhaupt reducirt und als Metall mit dem Eisen in Verbindung tritt, und ob eine solche Verbindung nur durch unmittelbares Zusammenschmelzen von Thonerde, Eisen und Kohle, in Tiegeln, erhalten werden kann. Sollte das Eisen aber bei dem gewöhnlichen Eisenbereitungs-Prozeß wirklich etwas Aluminium aufnehmen; so muß dasselbe die Festigkeit des Eisens in einem hohen Grade vermindern, indem sich die stärksten Spuren von Thonerde bei dem faulbrüchigen Stabeisen zeigen.

Hr. Faraday hat in dem Wootz den Gehalt an Aluminium sehr abweichend gefunden, und aus einigem Stahl 0,024, aus anderem 1,3 Procent Thonerde erhalten. Es wird ausdrücklich bemerkt, daß der Körper, welcher für Thonerde erkannt worden, in Aetzkali auflöslich, und daß durch einen Zusatz von Schwefelsäure Alaun gebildet worden sey. Daß er also wirklich Thonerde gewesen, kann bei so bestimmten Angaben nicht bezweifelt werden, obgleich es ungemein auffällt, daß die Auflösung des Wootz in Königswasser nichts als Eisen enthielt, und daß der ganze Thonerdegehalt in dem Rückstande von der Auflösung gefunden ward; ein Verhalten, welches den Eigenschaften der Thonerde sonst wenig angemessen ist. Die Analyse eines Stückes Wootz, von dessen Aechtheit ich überzeugt war, hat mir ganz andere Resultate gegeben. Dieser Stahl lößte sich fast vollkommen in Königswasser auf, indem er nur einige Spuren von Kieselerde hinterließ. Aus der sauren und mit Weinsteinsäure in Uebermaaß versetzten Auflösung wurden Eisen und Mangan (kaum 0,1 Prozent) durch Hydrothion Ammoniack entfernt, und die Auflösung ward alsdann näher untersucht. Durch das Einäschern des verkohlten Rückstandes von der bis zur Trockniß abgedampften Auflösung, wurden 0,54 Prozent weiße Asche erhalten, welche aus Phosphorsäure, Kieselerde, Titanoxyd und mit Sicherheit nicht erkennbaren Spuren von Thonerde bestand. Es ergiebt sich daraus wenigstens, daß in dem von mir untersuchten Wootz höchstens nur eine Spur von Aluminium vorhanden war, und daß ein geringer Gehalt an Aluminium, wenigstens nicht immer, die Ursache der vortrefflichen Beschaffenheit des ostindischen Stahls seyn kann, so daß der günstige Einfluß des Aluminium auf die Festigkeit des Eisens, noch so sehr problematisch bleibt, daß vielmehr ein entgegengesetztes Verhalten höchst wahrscheinlich wird.

Die Herren Stodart und Faraday bemerken jedoch, daß Stahl und Stabeisen sich bei den Verbindungen mit geringen Quantitäten von anderen Metallen sehr verschieden verhalten. Diese Bemerkung ist sehr richtig und beweißt, daß eine geringe Beimischung von einer fremdartigen Substanz dem Stahl noch nicht nachtheilig ist, wenn sie die Festigkeit des Stabeisens schon in einem bedeutenden Grade zu vermindern vermag. Ein ähnliches Verhalten könnte leicht bei dem Aluminium statt finden. — Die Herren St. u. F. haben folgendes Verfahren zur Bereitung eines Aluminium haltenden Stahles angegeben. Ganz klein zerstückter, reiner Stahl, oder auch wohl gutes Stabeisen, werden mit Holzkohlenpulver gemengt und eine geraume Zeit lang sehr stark erhitzt. Es bilden sich auf diese Weise Verbindungen von Eisen mit Kohle von einer sehr dunkel metallgrauen Farbe, welche mit dem Tellurerz (Blättererz) einige Aehnlichkeit haben, und ein sehr krystallinisches Ansehen besitzen. Wenn man diese kleine Metallkönige zerschlägt, so findet man, daß die krystallinischen Blätter, oft über $\frac{1}{8}$ Zoll breit, durch die Masse setzen. Aus verschiedenen Versuchen ergab sich, daß sie sehr gleichartig aus 94,36 Eisen und 5,64 Kohle zusammengesetzt sein sollen. Diese Metallkönige werden im Mörser zerpulvert, mit reiner Thonerde gemengt und dann in einem verschlossenen Tiegel eine lange Zeit hindurch sehr stark erhitzt. Auf solche Art erhält man eine weiß gefärbte, sehr spröde Legirung mit körnigem Bruch, deren Gehalt an Thonerde durch die Analyse zu 6,4 Prozent aufgefunden ward. Der Kohlegehalt ist nicht genau bestimmt worden. Von dieser Legirung werden 40 Theile mit 700 Theilen gutem Stahl geschmolzen und geben einen guten, vollkommen schmiedbaren Metallkönig, der nach dem Poliren und Beizen mit verdünnter Schwefelsäure dieselben vortrefflichen Damastzeichnungen

zeigt, welche den Wootz so eigenthümlich auszeichnen. Ein zweiter Versuch ward mit 500 Theilen von demselben Stahl und mit 67 Theilen von der Aluminium Legirung angestellt. Auch diese Verbindung gab einen sehr guten, schmiedbaren Stahl, der schöne Damastzeichnungen lieferte. Dieser Stahl besaß alle Eigenschaften des vorzüglichsten Wootz aus Bombay.

Stodart und Faraday; im Archiv u. s. f; IX. 322 u. f.

§. 253.

Das Kalcium scheint in seinem Verhalten zum Eisen mit den Metallen der Alkalien sehr überein zu stimmen. Es wird nämlich die Kalkerde, eben so wie die Alkalien, in einer sehr hohen Temperatur durch das Eisen zersetzt, ohne daß das entstehende Kalcium eine große Verbindungsfähigkeit mit dem Eisen zeigt. Sehr viele Versuche über den Einfluß der Kalkerde auf Stabeisen, wenn beide Körper in Tiegeln geschmolzen werden, hat Hr. Mushet angestellt. Es geht daraus hervor, daß der Eisenregulus viel spröder und besonders geneigt zum Rothbruch wird. Ob das Eisen Kalcium aufgenommen habe, ist nicht untersucht. — Das Roheisen wird durch Schmelzen mit Aetzkalk seines Kohlegehaltes beraubt. Frischversuche mit Zusätzen von dem reinsten carrarischen Marmor haben gezeigt, daß die Festigkeit des dargestellten Stabeisens durch Kalkzusätze nicht allein nicht vermindert, sondern, nach dem Ausfall der stärksten Proben zu urtheilen, sogar erhöhet wird. Aber weit entfernt, aus diesem Erfolge auf einen günstigen Einfluß des Kalcium auf die Festigkeit des Eisens zu schließen, ergab sich vielmehr bei der Analyse, daß das Eisen keine Spur von Kalcium enthielt, und daß die Wirkung des Marmors nur darin bestanden haben konnte, den geringen Phosphorgehalt des Eisens noch mehr zu vermindern.

Bei anderen Frischprozessen indeß, bei welchen der kohlensaure Kalk in großer Menge angewendet und während der ganzen Dauer der eigentlichen Frischarbeit zugesetzt ward, zeigte sich wirklich eine Abnahme der Festigkeit des Eisens, welche sich durch Verminderung der Schweißbarkeit und durch das Aufspalten der Stäbe unter dem Hammer zu erkennen giebt. Das Eisen wird dabei weder roth- noch kaltbrüchig, aber der Zusammenhang der Theile wird durch den Mangel an Schweißbarkeit theilweise aufgehoben. Man pflegt ein solches Eisen gewöhnlich hadriges Eisen zu nennen. In einem solchen, durch zu starke Kalkzusätze hadrig gewordenen Eisen, wurden durch die Analyse 0,245 Procent Kalkerde aufgefunden. Diese Menge Kalkerde entspricht einem Gehalt von 0,1774 Prozent Kalcium, und diese geringe Beimischung von Kalcium ist schon hinreichend, den Zusammenhang der Theile des Eisens bedeutend zu vermindern.

In verschiedenen Roheisenarten, welche aus Eisenerzen dargestellt werden, die eines starken Kalkzuschlages beim Verschmelzen bedürfen, finden sich auch wohl Spuren von Kalkerde; indeß scheint sich das Kalcium doch nur selten, und nur in besonderen Fällen, mit dem Eisen zu verbinden. Mushet; im Archiv u. s. f. IX. 422 u. f.

§. 254.

Vom Magnesium habe ich nur in einigen Roheisenarten, aber niemals in den von mir untersuchten verschiedenen Arten des Stabeisens, Spuren gefunden. Welchen Einfluß das Magnesium daher auf die Festigkeit des Eisens äußern mag, kann ich nicht beurtheilen. Für den praktischen Eisenhüttenmann hat die genauere Kenntniß dieses Verhaltens kein Interesse, weil er niemals in den Fall kommt, den Einfluß dieser Verbindung befürchten zu dürfen. — Eben dies ist auch bei dem Baryum der Fall.

Eisen und andere Metalle.

§. 255.

Obgleich die Strengflüssigkeit des Eisens ein großes Hinderniß für die Verbindung desselben mit anderen Metallen ist, so giebt es doch nur sehr wenig Metalle, mit denen es sich nach den zeitherigen Erfahrungen gar nicht zu verbinden scheint. Was bei den Verbindungen der weniger strengflüssigen Metalle nicht so leicht in die Augen fällt — die Verbindung nach bestimmten Verhältnissen — würde sich bei dem strengflüssigen Eisen deutlicher offenbaren müssen; allein es sind auch bei der Vereinigung des Eisens mit anderen Metallen nur höchst wenig Fälle bekannt, in welchen mit einiger Zuverlässigkeit auf Verbindungen nach bestimmten Verhältnissen geschlossen werden könnte. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sich die Metalle häufig in ganz unbestimmten Verhältnissen mit einander vereinigen und daß das Verbindungsverhältniß auf der einen Seite ganz von der Temperatur abhängt, so wie es von der andern Seite durch die verschiedenen Umstände, unter welchen die Erstarrung erfolgt, sehr verschieden modificirt werden kann. Es wird hier auch vorzüglich nur die Rede von dem Einfluß seyn, den eine geringe Beimischung von anderen Metallen auf die Beschaffenheit des Eisens hat.

Beispiele einer Vermischung nach unbestimmten Gesetzen geben Kupfer und Blei, Zinn und Blei, Kupfer und Zinn im Kanonenguth u. s. f., welche Verbindungen nur Gemenge zu nennen sind, indem man z. B. die Verbindung des Zinns mit wenig Kupfer in Gestalt von Körnern in der Mischung des Kupfers mit wenig Zinn liegen sieht.

§. 256.

Mit dem Golde verbindet sich das Eisen sehr leicht, und, wie es scheint, in allen Verhältnissen. Nach Hatchett vermindert auch das Eisen die Zähigkeit des Goldes nicht, indem sich ein Gemisch aus 12 Gold und 1 Eisen noch sehr gut walzen und prägen ließ. Stahl und Roheisen gaben dasselbe Metallgemisch. Es ist nicht bekannt, ob das Gold dem Eisen nachtheilige Eigenschaften mittheilt, indeß wird der praktische Hüttenmann schwerlich in den Fall kommen, einen üblen Einfluß des Goldes auf Eisen zu empfinden. — Die Hn. Hn. Stodart und Faraday versichern, das Gold in sehr verschiedenen Verhältnissen mit Stahl (durch Zusammenschmelzen) legirt zu haben, indeß soll keine von diesen Legirungen ausgezeichnet gewesen seyn.

Rinman a. a. O. II. 5—59. — Hatchett, über die Legirung des Goldes mit Eisen; in Gehlen's N. Journ. f. Chemie, IV. 62. f. — Stodart und Faraday; Archiv f. Bergbau u. s. f. IX. 343. 359.

§. 257.

Das Vergolden des Eisens geschieht entweder durch Belegen der polirten und blau angelaufenen Oberfläche mit ächtem Blattgold, oder durch Ueberziehen der Oberfläche des Eisens mit einem Firniß, Belegen der gefirnißten Fläche mit ächtem Blattgold und Abbrennen des Firnisses; oder durch Niederschlagen des Goldes aus einer Auflösung in Königswasser durch das zu vergoldende Eisen, in welchem Fall die Goldauflösung aber sehr verdünnt sein muß, wobei man gewöhnlich Schwefeläther als Verdünnungsmittel anwendet; oder endlich durch Bestreichen und Verdampfen eines Amalgama, oder durch die sogenannte Feuervergoldung. Bei dieser letzten Methode muß die Oberfläche des Eisens

erst mit einer Kupferhaut überzogen werden, welche durch das sogenannte Quickwasser aufgetragen wird. Rinman schlägt zu einem solchen Quickwasser 4 Loth starke, oder 6 Loth etwas verdünnte Schwefelsäure, 1½ Loth Alaun, ½ Loth Salmiak, ¾ Loth Kupfervitriol, 1 Loth Zinkvitriol und 10 Loth klaren reinen Weinessig in 3⅛ Pfund reinem Flußwasser bei gelinder Siedhitze aufgelößt, vor. Mit diesem Quickwasser und zugleich mit Quecksilber wird das zu vergoldende Eisen so lange übergossen, bis eine bleiche Kupferhaut zum Vorschein kommt und bis sich das Quecksilber tropfenweise festgesetzt hat, worauf man das Amalgama aufträgt, und das Quecksilber, bei einer langsamen gleichförmigen Erwärmung in der Temperatur des violetten Anlaufgrades, verdampfen läßt. Ein angequickter Grund läßt sich auch mit ächtem Blattgold vergolden. — Eine andere Methode, das Eisen mit Gold zu bedecken, ist das Einlegen, Einschlagen oder Inkrustiren, wobei die Oberfläche des Eisens mit einem feinen Stahl aufgehauen und mit dem Goldblättchen von jeder beliebigen Figur belegt wird, worauf man das Blättchen mit einem messingenen Hammer eintreibt, die ganze Fläche ebnet, dann anlaufen läßt und polirt.

§. 258.

Nach Rinman's Versuchen sollen 5 oder mehr Theile Silber 1 Theil Eisen aufnehmen können. Das Silber verliert dadurch nichts von seiner Geschmeidigkeit, gewinnt aber an Härte, weshalb Rinman ein solches Gemisch aus Eisen und Silber zu Schnallen, Obstmesserklingen, Ringen u. s. f. vorschlägt. Dagegen soll das Silber nicht im Stande seyn, ⅕ Eisen beim Schmelzen aufzunehmen. Ein Gewicht aus 5 bis 6 Theilen Silber und 1 Theil Eisen soll vom Magnet noch eben so stark gezogen werden, als das ganz

reine Eisen. — Hr. Coulomb fand, daß Silber, welches etwa $\frac{1}{320}$ Eisen enthalten mogte, noch auf den Magnet wirkte; ja daß sogar das aus Hornsilber reducirte Silber den Magnet noch beunruhigte, obgleich der Eisengehalt dieses Silbers, nach der Berechnung so geringe seyn müßte, daß 133119 Theile Silber etwa 1 Theil Eisen enthielten.— Gellert behauptet, in seiner metallurgischen Chemie, daß Eisen und Silber sich leicht mit einander verbinden. Morveau versichert, eine Mischung von Silber und Eisen lange im Fluß erhalten und dabei gefunden zu haben, daß beide Metalle sich nach ihrem specifischen Gewichte trennen und zwei ausgezeichnet verschiedene Metallkönige bilden, von denen der untere aus eisenhaltigem Silber, und der obere aus silberhaltigem Eisen besteht. Nach Coulomb kann das Silber nur etwa $\frac{1}{150}$ Eisen enthalten; und Morveau zeigt, daß das Eisen nicht mehr als $\frac{1}{80}$ Silber zurückhalten könne, wodurch es eine außerordentliche Härte und die Struktur des reinsten Eisens erhalte. So getheilt auch die Meinungen der Metallurgen über die Quantität des Silbers sind, welches vom Eisen aufgenommen werden kann, so stimmen sie doch darin überein, daß das Silber dem Eisen keine nachtheilige Eigenschaften mittheilt. Bei einem in Oberschlesien angestellten Frischversuche im Großen, bei welchem dem zu verfrischenden Roheisen anderthalb Procent feines 16löthiges Silber zugesetzt ward, hat sich indeß ergeben, daß das Eisen allerdings beträchtlich an seiner Güte verliert. Aus den Anlaufkolben erhob sich, so wie sie aus dem Feuer genommen wurden, ein bläulichgrüner Dampf, der auch beim Schmieden, so lange sich das Eisen in weißwarmer Hitze befand, fortdauerte. Das Anlaufen ging gut von statten; der Deul war auch recht gaar gefrischt, jedoch schmiedete sich das Eisen schlecht, und wurde sehr unganz und schiefrig. Die Stäbe bekamen stellenweise

sehr viele und große Kantenbrüche, und verhielten sich fast ganz wie rothbrüchiges Eisen, indem sie beim Probiren, kalt sehr zähe waren. Wegen Brüche und Schiefer konnten von 10 Stäben nur 3 als brauchbar angenommen werden. Zum Frischversuch waren 264 Pf. Roheisen und 4 Pf. 1½ Loth feines Silber angewendet. Die Verminderung der Festigkeit dieses Eisens scheint daher eine Folge der in einem hohen Grade verminderten Schweißbarkeit desselben zu seyn, gerade so, wie dies auch bei dem rothbrüchigen Eisen der Fall ist. — Das Eisen lößte sich in Königswasser vollkommen und ohne allen Rückstand auf. Die mit vielem Wasser verdünnte Auflösung gab mit Schwefelwasserstoffgas einen ungefärbten Niederschlag von Schwefel, welcher nach dem Abrösten einen Rückstand hinterließ, der mit Salpetersäure gekocht und dann mit etwas Kochsalzauflösung versetzt ward. Nur auf diese Weise ließ sich der geringe Silbergehalt des Eisens ausmitteln, welcher nach dem Gewicht des erhaltenen Hornsilbers berechnet ward. In hundert Theilen Eisen wurden auf diese Art 0,034 Theile Silber, oder in 100,000 Theilen 34 Silber gefunden. Das Silber zeigte also dieselbe Wirkung auf das Eisen, wie der Schwefel, wenn gleich in einem etwas weniger ausgezeichneten Grade.

Rinman a. a. O. II. 54. u. f.—Guyton Morveau in den Annales de Chimie, XLIII. 47. — Journal des mines. No. 70. p. 320. — Coulomb; Journal de Physique LIV. 454.

§. 259.

Nach den von Rinman angestellten Versuchen, scheint es nicht bezweifelt werden zu können, daß das Silber gegen 20 Prozent Eisen aufzunehmen im Stande ist. Dagegen ist es aus den bisherigen Versuchen nicht zu ersehen, ob das Stabeisen mit geringeren Quantitäten Silber zu einer homogenen Legirung zusammengeschmolzen werden

kann, oder ob überhaupt eine Legirung von vielem Eisen mit wenig Silber möglich ist. Wenn schon ein äußerst geringer Silbergehalt des Eisens von 0,034 Prozent die Festigkeit dieses Metalles in einem hohen Grade vermindert; so läßt sich wohl erwarten, daß bei einem größeren Verhältniß des Silbergehaltes, in so fern ein solches statt finden kann, eine noch größere Abnahme der Festigkeit des Eisens statt finden wird, und daß das Silber daher der Güte des Eisens sehr nachtheilig ist.

Versuche über die Verbindung des Stahls mit Silber haben die Herren Stodart und Faraday angestellt. Es geht aus ihren Versuchen hervor, daß Stahl und Silber sich kaum mit einander durch Zusammenschmelzen in Tiegeln verbinden lassen. Hält man Stahl und Silber lange Zeit zusammen in Fluß, so erhält man eine Verbindung, welche, so lange sie sich im flüssigen Zustande befindet, vollkommen gleichartig zu seyn scheint. So wie sie aber erkaltet, werden kleine Kügelchen von reinem Silber ausgepreßt, welche sich auf der Oberfläche des Metallköniges ansammeln. Aber auch in der erhaltenen Legirung selbst, ist das Silber nicht mit dem Stahl verbunden, sondern in kleinen, durch die ganze Masse verbreiteten Verzweigungen vertheilt, so daß das Ganze das Ansehen von Faserbündeln aus Stahl und Silber erhält, die durch Zusammenschweißen vereinigt zu seyn scheinen. — Hält man Silber und Stahl lange in einem völlig flüssigen Zustande, so beschlagen nicht bloß die Tiegelwände, sondern häufig auch der Deckel des Tiegels, mit einem feinen Thau von ganz kleinen Silberkügelchen. Es ward zuerst das Verhältniß von 1 Silber zu 160 Stahl versucht. Die Metallkönige waren ganz gleichartig aus Bündeln von Stahl zusammen gesetzt, auch schieden sich beim Erstarren Silberkügelchen aus, welche sich auf der Oberfläche des Königs ansammelten. Beim Aus-

schmieden des letzteren sonderten sich noch mehr Silberkügelchen ab. Die ausgeschmiedeten kleinen Barren oxydirten sich sehr schnell an der Luft. — Das Verhältniß des Silbers zum Stahl ward daher von 1 zu 200 vermindert; aber auch bei diesem Verhältniß wurden nur Silberbündel in der Masse, und ausgepreßte Silberkügelchen erhalten. Bei dem Verhältniß von 1 zu 300 verminderten sich die Silberfaden etwas, allein sie waren auch noch bei dem Verhältniß von 1 zu 400 zu erkennen. Als aber 1 Silber mit 500 Stahl zusammengeschmolzen wurde, entstand ein Metallkönig, auf dessen Oberfläche keine Silberkügelchen mehr zum Vorschein kamen. Nach dem Ausschmieden und Beizen mit Säuren zeigten sich, auch durch die stärkste Vergrößerung, keine Silberfaden mehr in der Legirung, die sich sehr gut schmieden ließ, obgleich sie sich etwas hart verhielt. Durch vielfache Versuche erlangte man die Ueberzeugung, daß nur bei einem Verhältniß von $\frac{1}{500}$ Silber, d. h. bei einem Silbergehalt von 0,2 Procent, eine Verbindung dieses Metalles mit Stahl statt fand. Ward mehr Silber angewendet, so zeigte sich dasselbe als ein metallischer Thau, der die Wände und den Deckel des Tiegels überzog. — Dieser Gußstahl mit 0,2 Prozent Silbergehalt verhält sich härter als der beste Gußstahl und selbst als Wootz, ohne, sowohl unter dem Hammer als beim Härten, die geringste Neigung zu Kantenbrüchen und Hartborsten zu zeigen. Die Herren St. u. F. empfehlen, überall wo es auf vorzügliche Güte des Stahls ankommt, sich dieser Legirung mit Silber zu bedienen.

Stodart und Faraday; Archiv f. Bergbau IX. 338 u. f. 346. 350.

§. 260.

Das Versilbern des Eisens geschieht durch Belegen der

der reinen polirten Eisenfläche mit Blattsilber, welches mit Schlagloth (aus 4 Theilen feinem Silber und 2bis 3 Messing) oder auch mit Zinn angelöthet wird. Des Zinnes bedient man sich besonders gern bei Waaren, welche ohnes dies verzinnt sind, und welche wegen der Härtung die Hitze des schmelzenden Schlagloths nicht aushalten würden. Auch durch Anquicken und Amalgamiren läßt sich das Eisen versilbern, wobei eben so verfahren wird, als beim Vergolden. Eine dauerhafte kalte Versilberung ertheilt man, wenn man den angequickten Grund nicht amalgamirt, sondern die Kupferhaut mit einem Versilberungspulver (aus Silber, welches durch Kupfer niedergeschlagen und daher höchst fein zertheilt ist, und aus 4 mal so viel Weinstein und eben so viel Kochsalz bestehend) so lange reibt, bis die rothe Farbe sich in eine weiße umgeändert hat.

§. 261.

Mit dem Queckſilber verbindet sich das Eisen nur unter ganz besonderen Umständen. Man soll es, nach Hn. Aiken verbinden können, wenn salzsaures Eisen durch Reiben mit Zink Amalgam zersetzt wird.

Rinman a. a. O, 133—136. Ueber die Verbindung des Eisens mit dem Queckſilber; in Kastner's deutschem Gewerbsfreunde, H. 1. S. 24.— Aiken, in Gilbert's Annalen. XIV. 242. — Vergl. Archiv f. Bergbau. III. 93.

§. 262.

Wie die Eigenschaften des Eisens durch Beimischungen von geringen Quantitäten Platin modificirt werden, ist noch gänzlich unbekannt. Wegen der großen Strengflüssigkeit des Stabeisens sowohl, als des Platin, hat man noch keine Versucheangestellt, beide Metalle zusammenzuschmel-

zen. Die Herren Stodart und Faraday bemerken zwar, eine solche Legirung gemacht zu haben, allein sie erwähnen davon nur, daß diese Verbindung keine bemerkungswerthen Eigenschaften darbiete. — Die früheren Versuche von Lewis und Rinman beziehen sich nur auf das Zusammenschmelzen von Platina mit Roheisen, wobei Rinman anführt, daß das Roheisen dadurch härter und spröder werde. Weil indeß dabei der Verbindungszustand der Kohle eigentlich nur entscheidet, so läßt sich aus jenen Versuchen nichts abnehmen.

Eine große Celebrität hat indeß die Verbindung des Platin mit Stahl durch die Untersuchungen und Versuche der Herren St. u. F. erhalten. Die Legirung erfordert zwar eine sehr starke Hitze; indeß kommt das Platin, wenn es mit Stahl gemengt ist, schon bei einem Hitzgrade in Fluß, bei welchem der Stahl selbst noch nicht flüssig wird. Wenn beide Körper sich in einem völlig flüssigen Zustande befinden, so ist die Legirung vollkommen, welches Verhältniß des Platin zum Stahl man auch anwenden mag. Gleiche Gewichtstheile geben eine sehr starke Legirung, die eine vortreffliche Politur annimmt, und ihren Glanz nicht verliert, weshalb so wohl, als auch wegen der Farbe, sie sich zu Metallspiegeln eignet. Das spec. Gew. dieser Legirung ist 9,862. — Aber auch 90 Platin und 20 Stahl gaben ein vollkommenes Metallgemisch, welches keine Neigung zum Anlaufen und ein spec. Gew. von 15,88 besaß. Beide Metallkönige waren schmiedbar. — Eben so wird auch aus 10 Platin und 80 Stahl ein vortreffliches Metallgemisch erhalten, welches eine hohe Politur annimmt, aber wegen des feinen Damastes zu Spiegeln nicht brauchbar ist. Die Verhältnisse des Platin, bei welchen die Anwendbarkeit des Stahls zu schneidenden Werkzeugen erhöhet wird, scheinen zwischen 1 und 3 Prozent zu liegen; es scheint

daß 1,5 Prozent ziemlich das beste Verhältniß ist. Alle diese Legirungen sind dem Rosten sehr wenig unterworfen, wodurch sich das Platin in seinem Verhalten zum Stahl wesentlich von den anderen Metallen unterscheidet. Eine Legirung aus 1 Theil Platin mit 99 Stahl soll zwar etwas weniger hart, aber ungleich zäher seyn. Dadurch wird diese Legirung zu allen Zwecken brauchbar, wo Festigkeit und Härte gleichzeitig begehrt werden.

Rinman a. a. O. II. 39—54. — Stodart und Faraday; a. a. O. IX. 337. 338. 341. 347.

§. 263.

Mit dem Kupfer verbindet sich das Eisen nur in bestimmten, noch nicht bekannten Verhältnissen. Das Eisen kann nur eine gewisse, wahrscheinlich nur sehr wenige Procente betragende Quantität Kupfer aufnehmen, so wie sich das Kupfer nur mit einer geringen Quantität Eisen verbinden kann. Das Kupfer scheint auf die magnetische Eigenschaft des Eisens sehr wenig zerstörend zu wirken, weil sich auch noch sehr geringe Beimischungen von Eisen bei dem Kupfer, durch die Wirkung des Magnets zu erkennen geben. — Mehrere Metallurgen haben gar keine Verbindung beider Metalle zu Stande bringen zu können geglaubt, ob sie gleich in den mehrsten Fällen wohl wirklich zwei Verbindungen, von denen aber jede das Charakteristische des vorwaltenden Metalles beibehielt, erhalten haben mögen. So schwankend die Meinungen über das Maximum des Kupfergehalts sind, mit welchem das Eisen sich verbinden kann, so verschieden sind auch die Urtheile über den Einfluß des Kupfers auf das Eisen. Daß das Roheisen durch einen Kupfergehalt fester, härter und zäher wird, darin ist man einig. Rinman schlägt daher auch vor, das Roheisen mit etwas Kupfer zu versetzen, wenn Sachen, von

denen eine große Festigkeit und Härte verlangt wird, gegossen werden sollen, z. B. Anker, Säulen, Pochstempel, Ambosse, Walzen u. s. f. — Welche Wirkungen man dem Kupfer bei der Verbindung mit Stabeisen beilegen soll, darüber sind die Meinungen der Metallurgen sehr getheilt. Rinman bemerkt an einem Orte, daß ein geringer Kupfergehalt das Eisen rothbrüchig machen könne; am anderen Orte läugnet er es. Levavasseur analysirte ein rothbrüchiges Eisen, und fand Kupfer darin. Hassenfratz fand das aus der unmittelbaren Verbindung des Kupfers mit Eisen erhaltene Stabeisen sehr kalt- und rothbrüchig, indeß erwähnt er des Verhältnisses des Kupfers zum Eisen nicht. Die mehrsten praktischen Eisenhüttenmänner setzen es als bekannt voraus, daß das Kupfer das Eisen rothbrüchig mache, und daß schon ein geringes Quantum Kupfer, welches dem nnvorsichtigen Frischer von der Form abbrenne, den ganzen Deul Eisen verderben könne.

Rinman a. a. O. II. 70 u. f. I. 496. — Levavasseur in den Annales de Chemie. XLII. 183. — Hassenfratz Siderotechnie, III. 163.

§. 264.

Zur näheren Prüfung der verschiedenen Meinungen über den Einfluß des Kupfers auf das Eisen, habe ich in Oberschlesien Frischversuche im Großen anstellen lassen. Bei dem ersten Frischversuch ward nur $\frac{1}{2}$ Prozent Kupfer als Zusatz angewendet. Die Flamme zeigte sich während der ganzen Dauer des Frischprozesses lebhaft grün. Die Luppe verhielt sich beim Zängen sehr derb, gaar und rein; das Eisen schmiedete sich recht gut, bekam gar keine Kantenbrüche, hielt auch die Proben gut aus und das Kupfer schien nicht den mindesten Rothbruch bewirkt zu haben. Der Versuch ward daher mit einem Kupferzusatz von 1 Prozent wieder-

holt. Hier zeigte sich, daß das Eisen von der Luppe nicht gut schweißen wollte, daß die Stücke eine 3, 4, auch 5malige Hitze erhalten mußten, und dennoch stellenweise unganz blieben. Ward ein Stab in dem Augenblick, als er eine starke Hitze erhalten hatte, ins Wasser gesteckt, so schlug eine grün gefärbte Flamme aus dem Eisenstabe auf. Beim Probiren der acht Stäbe, welche aus dieser gut gefrischten Luppe ausgeschmiedet wurden, hielten nur 6 die Probe aus, die anderen beiden zersprangen an den Stellen, wo sich Kantenbrüche gezeigt hatten. Wenn also das Stabeisen auch keine bedeutend geringere Festigkeit als sonst gewöhnlich zeigte, so war doch die Schweißbarkeit bei dem Kupferzusatz von 1 Procent bedeutend vermindert. Die Analyse zeigte, daß das Stabeisen 0,286 Procent Kupfer aufgenommen hatte, so daß dieses Metall auf die Festigkeit des Eisens nicht in dem hohen Grade, als es gewöhnlich behauptet wird, nachtheilig einwirkt, obgleich es dieselbe in einem höheren Grade, — wenigstens in diesen Verhältnissen, — vermindert, als der Phosphor.

Sehr merkwürdig ist indeß das Verhalten dieses Eisens gegen die Säuren, indem es, unter ganz gleichen Umständen, wenigstens sechsmal mehr Zeit zur Auflösung in Schwefelsäure und Königswasser erfordert, als das reine Stabeisen.

§. 265.

Die Hr. Stodart und Faraday haben keine Legirung von Kupfer und Eisen, wohl aber von Kupfer und Stahl gemacht. Sie erwähnen, daß Stahl mit 2 Prozent Kupfer eine Legirung gebe, daß diese Legirung aber keine vorzüglichen Eigenschaften zu besitzen scheine. Man hat zwar an anderen Orten den so genannten Kupferstahl sehr gerühmt, indeß scheint es nicht, daß derselbe die guten Eigenschaften des gewöhnlichem guten Stahls besitzt.

Hr. Vazie empfiehlt einen Zusatz von 1 Prozent Messing zum Roheisen zu gegossenen Kunstsätzen in solchen Gruben, welche ätzendes Wasser haben, durch welches die gewöhnlichen gegossenen eisernen Kunstsätze sehr angegriffen werden. Die Legirung ist härter als das Roheisen und soll daher auch zu Dampfmaschinen Cylindern, zu gewöhnlichen Pumpenkolben und zu anderen Maschinentheilen, welche einer beträchtlichen Reibung unterworfen sind, sehr zu empfehlen seyn. Versuche, welche auf der Gleiwitzer Hütte in Oberschlesien angestellt worden sind, haben dies bestätigt.

Stodart und Faraday; Archiv IX. 343. — Vazie; Archiv, VIII. 196.

§. 266.

Ungeachtet sich das Kupfer nur sehr schwer, und, wie es scheint, nur in wenigen Verhältnissen mit dem Eisen verbindet, so äußert es doch eine große Anziehung zum Eisen, weshalb es auch zum Löthen, oder zur Vereinigung eines Stückes Eisen mit dem anderen, in den Fällen gebraucht wird, wo man eine Vereinigung durch Zusammenschweißen nicht anwenden kann. In den Fällen, wo die gelöthete Arbeit nach dem Löthen nicht wieder geglüht werden darf, bedient man sich des Messings, statt des Kupfers, wegen seiner größeren Leichtflüssigkeit, als Loth. — Die Versuche, das Eisen mit Kupfer zu übergießen, haben keinen guten Erfolg gehabt, und das Eisen auf nassem Wege (durch Kupfervitriol) mit einer Kupferhaut zu überziehen, ist nicht rathsam, weil des Kupfer nicht fest genug haftet. Dagegen bedient man sich aber des Kupfers (oder der rothen und weißen Kupfermischungen aus Kupfer und Zink, und aus Kupfer, Zink und Arsenik) um in Eisen eingelegte

Arbeiten zu machen. Das Einlegen ist ein wahres Einschmelzen des Kupfers mit Borax in die im Eisen gravirten oder geätzten Zeichnungen.

§. 267.

Viel Blei soll sich nach Rinman's Versuchen wohl mit etwas Eisen verbinden können und dadurch härter werden; aber eine Verbindung von Eisen mit etwas Blei konnte Rinman nicht erhalten. Durch das unmittelbare Zusammenschmelzen beider Metalle war aber auch nicht einmal eine Verbindung des Bleies mit etwas Eisen zu erhalten, sondern diese erfolgte nur dann, wenn eine innigere Einwirkung der Metalle auf einander bewirkt ward; sei es dadurch, daß das reguliniſche Eisen selbst zur Reduktion des Bleioxyds dienen mußte, oder dadurch, daß die Oxyde beider Metalle gemeinschaftlich durch Kohlenstaub reducirt wurden. — Nach Morveau's Versuchen sollen sich beim Zusammenschmelzen des Eisens mit Blei zwei bestimmte Verbindungen bilden, von denen die eine aus Blei besteht, welches ein wenig Eisen enthält, und die zweite aus Eisen, welches etwas Blei aufgelößt hat. Die näheren Mischungsverhältnisse giebt Morveau nicht an.

Weil das Eisen so sehr häufig aus Erzen erzeugt wird, welche etwas Bleierz mit sich führen, so ist es wichtig, das Verhalten des Bleies zum Eisen genau zu kennen. Beim Abstechen des Roheisens aus den Hohöfen, welche bleihaltige Eisenerze verschmelzen, kommt zuweilen der Fall vor, daß zuletzt eine Quantität Blei mit abfließt; nach dem Ausblasen findet man aber unter dem Bodensteine gewöhnlich theils reguliniſches, theils oxydirtes Blei, amorph und in Krystallen; oft auch die schönsten Mennige, und nicht selten kommen Blei Silikate vor, welche zum Theil in sehr schönen und vollkommen ausgebildeten Krystallen sich zeigen. —

Mir hat die Verbindung des Eisens mit Blei beim unmittelbaren Zusammenschmelzen beider Metalle niemals gelingen wollen; das Stabeisen blieb ungeschmolzen und das Roheisen jederzeit als ein weißes, durchaus nicht bleihaltiges Roheisenkorn auf dem Bleiregulus liegen; ward bei der Anwendung des Stabeisens Kohlenstaub zugesetzt, so waren reines Blei und ein reines weißes Roheisenkorn das Resultat. Wenn dagegen Glätte durch Eisen reducirt, und Letzteres in größerer Menge, als zur völligen Reduktion der Glätte nöthig war, angewendet ward, so entstand ein Bleiregulus, der kein Eisen enthielt, eine bleihaltige Eisenschlacke und ein weißes, nicht bleihaltiges Roheisenkorn, wenn graues oder weißes Roheisen die Reduktion bewirkte. Beim Zusatz des reinen Stabeisens zur Glätte erhielt ich, in sehr großer Hitze, einen Bleiregnlus, eine schwarze bleihaltige Eisenschlacke und einen vollkommen geflossenen Eisenkönig, welcher von allen Seiten vom Bleikönig umschlossen war. Im mittleren Durchschnitte von fünf Versuchen, welche jeder mit 100 Stabeisen und 300 Glätte angestellt wurden, erhielt ich in den schiefgeschmolzenen Tiegeln ein Bleikorn von 239 (statt 278,55, so daß sich also 39,55 Blei mit verschlackten) und einen Eisenregulus von 22,5 (so daß sich 77,5 Eisen, welche 22,8 Sauerstoff im Minimo der Oxydation enthalten, wogegen in 239 Blei zu 7,15 nur 17,1 Sauerstoff befindlich sind, verschlackt haben mußten). Weil der Inhalt des Tiegels seinen Sauerstoff zur Oxydation des Eisens mit hergegeben haben mußte, so stimmte das Resultat mit der Berechnung ziemlich überein, auch kann das Zudringen der äußeren Luft, besonders im Anfange des Schmelzens, wohl nie vermieden werden; vielleicht tritt sogar die Tiegelmasse dem Eisen etwas Sauerstoff ab. Der Eisenregulus verhielt sich durchaus nicht wie reines Stabeisen, sondern er hatte ein grobes blättriges Gefüge, und

ließ sich zwar pletschen, bekam aber bald Kantenbrüche und war spröde, ohne im geringsten hart zu sein. In Salpetersäure lößte er sich ohne den geringsten Rückstand auf, enthielt also keine Kohle; die Auflösung mit ätzendem Ammoniak gesättigt und dann mit schwefelsaurem Kali versetzt, gab 2,8 Procent Bleivitriol, worin sich 2,06 Blei befinden, so daß der Eisenkönig, welcher ein ganz roheisenartiges Ansehen hatte, aus 97,94 Eisen und 2,06 Blei bestand. Der durch das Stabeisen aus der Glätte reducirte Bleikönig ward in der Hitze in Salpetersäure aufgelößt, die Auflösung möglichst neutralisirt, mit schwefelsaurem Kali versetzt, und der Bleivitriol durch Kochen abgeschieden. Die koncentrirte und neutrale Flüssigkeit gab mit benzoesaurem Natron nicht einmal eine Andeutung auf Eisen, so daß das Blei für völlig eisenfrei angesehen werden muß. — Nach diesen Versuchen vereinigen sich also Blei und Eisen beim Zusammenschmelzen nicht; auch nimmt das Roheisen oder das kohlehaltige Eisen bei der Reduction der Glätte kein Blei in sich auf, wohl aber kann sich das reine Eisen mit 2,06 Procent Blei verbinden, wodurch es flüssiger und spröder wird, ohne härter zu werden. Das Blei hatte dagegen, wenigstens in diesen Versuchen, kein Eisen aufgenommen, welches den Erfahrungen von Rinman und Guyton widerspricht. — Auch das sogenannte Hartblei und das aus den Bleischlacken reducirte Blei, scheint seine Härte und Sprödigkeit nicht von einem Eisengehalt zu bekommen, obgleich es gewöhnlich dafür gehalten wird, daß jenes Blei seine Härte durch eine Beimischung von Eisen erhalte.

Rinman a. a. O. II. 126. u. f. — Guyton Morveau in den Ann. de Chemie, XLIII. 47. — Journal des mines, No. 70. p. 321.

§. 268.

Es scheint daher, daß man von einem Bleigehalt der Eisenerze beim Verschmelzen derselben zu Roheisen gar nichts zu befürchten hat, weil Roheisen und Blei keine Verbindung mit einander eingehen, und, in so fern das Stabeisen nur aus dem Roheisen gefrischt wird, auch keine Einwirkungen des Bleies auf das Stabeisen stattfinden können. Wirklich habe ich in dem, aus sehr bleihaltigen Eisenerzen erzeugten Roheisen, niemals Blei auffinden können, so daß sich der Eisenhüttenmann über den Einfluß des Bleies auf Eisen ziemlich zu beruhigen hat. Eben dieser Meinung ist auch Rinman. Weil indeß eine Verbindung des Bleies mit Stabeisen sehr wohl möglich ist, und weil es eben so leicht möglich seyn könnte, daß sich das Blei auch mit dem Roheisen in so geringer Quantität verbindet, daß es den Untersuchungen des analytischen Chemikers entgeht; so sind die Versuche, den Einfluß des Bleies auf das Stabeisen durch directe Erfahrungen zu bestimmen, sehr schätzbar. Hassenfratz suchte das Blei mit dem Eisen dadurch zu verbinden, daß er es in einen Flintenlauf aus Eisen von bekannter Güte einschloß, den Flintenlauf eine gehörige Zeit in Schweißhitze erhielt, und ihn dann ausschmieden ließ; — ein Verfahren, welches er auch beim Kupfer (§. 263.) angewendet hat, und wobei das Eisen gewissermaßen durch die Dämpfe des eingeschlossenen Metalles cementirt ward. Da aber weder das Gewicht der Läufe vor dem Versuche, noch das Gewicht der eingesetzten Metalle angegeben ist; so verlieren diese sonst sehr interessanten Versuche um so mehr an ihrem Werthe, als es bei einem großen Verhältniß des dem Eisen zugesetzten Metalles wohl möglich seyn kann, daß sich das Eisen verschlechterte, ohne daß der praktische Hüttenmann Ursache hätte, den Einfluß auf das Eisen bei seinen

Operationen im Großen zu befürchten. Das auf diese Art mit Blei behandelte Eisen ließ sich kaum schmieden; es war in hohem Grade rothbrüchig und auch etwas kaltbrüchig — ein Verhalten, welches ich in Zweifel ziehen und den Rothbruch von einer anderen zufälligen Ursache ableiten mögte. Daß das Blei das Eisen etwas leichtbrüchiger in der Kälte macht, muß ich, nach dem Erfolge einiger Frischversuche im Großen, welche ich in Oberschlesien, theils mit einem Zusatz von Blei, theils mit Glätte habe anstellen lassen, ebenfalls bezweifeln, weil das erhaltene Stabeisen sich eben so gut und fest verhielt als gewöhnlich, so daß diese Versuche nicht im mindesten auf einen Einfluß des Bleies auf das Eisen hindeuten. Das Stabeisen zeigte aber auch bei der Analyse keine Spur eines Bleigehaltes, der sich durch Schwefelwasserstoff leicht würde haben entdecken lassen. Zu den Frischversuchen ward ein Zusatz von 1 Prozent Blei, und ein zweites mal von 1 Prozent Glätte angewendet. Auch bei der Wiederholung des Versuches mit 2 Prozent Glätte, ließ sich keine Veränderung inder Beschaffenheit des Eisens bemerken.

Rinman a. a. O. I. 497. — Hassenfratz Siderotechnie, III. 162.

§. 269.

Mit dem Zinn läßt sich das Eisen zwar in allen möglichen Verhältnissen zusammenschmelzen; allein nach Bergman's Versuchen entstehen dabei immer zwei bestimmte Verbindungen: die eine aus 21 Theilen Zinn und 1 Eisen, und die zweite aus 2 Theilen Eisen und 1 Zinn. Die erste ist hämmerbar, härter als Zinn aber nicht so glänzend; die zweite läßt sich wenig hämmern, und ist zu hart, um sich mit dem Messer fletschen zu lassen. Das zinnhaltige Eisen, welches durch Zusammenschmelzen des Roheisens mit Zinn erhalten aird, hat nach Rinman's Versuchen ein eben so

feines Korn wie Gußstahl, nimmt eine vortreffliche Politur an, ist sehr hart, ohne leicht Kantenbrüche beim Schlagen zu erhalten, rostet nicht so leicht als Roheisen, und hat einen bessern Klang als dieses, weshalb Rinman ein Gemisch aus Eisen und Zinn zu allerlei kleinen Verzierungen, zu Stahlspiegeln und zu Glocken vorschlägt, vorzüglich weil es leichtflüssiger ist als das bloße Roheisen. — Welchen Einfluß ein geringer Zinngehalt auf die Beschaffenheit des Stabeisens habe, darüber hat man zeither noch keine entscheidende Versuche angestellt. Hassenfratz bewirkte eine Verbindung des Zinnes mit Eisen auf die vorhin (§. 208.) angeführte Art, und fand, daß sich das mit Zinn imprägnirte Eisen durchaus nicht schmieden ließ, sondern zerstäubte. Eine Tafel Weißblech zwischen zwei Tafeln Schwarzblech gestellt und zusammengeschweißt, brachte dieselbe Wirkung hervor. Ich habe in Oberschlesien einen Frischversuch im Großen, mit einem Zusatz von dem reinsten englischen Zinn machen lassen, wobei sich ergab, daß das Zinn (welches 1 Procent vom zu verfrischenden Roheisen betrug) zwar das Eisen nicht eigentlich rothbrüchig machte, indem es sich sehr gut schmieden ließ, obgleich es weißglühend beständig weiße Dämpfe ausstieß, die sich auch als ein weißer Beschlag am Hammer und am Amboß anlegten; daß das Eisen aber in starker Hitze unter dem Hammer leicht auseinander fuhr, daß es, um ganz zu werden, mehrere Schweißhitzen erhalten mußte, daß es an der Schweißbarkeit sehr verloren hatte, und ganz besonders daß es in einem hohen Grade kaltbrüchig geworden war. Kein einziger Stab hielt die Probe aus, sondern alle zersprangen schon beim Werfen über den Amboß in mehrere Stücken. Die Analyse ergab, daß dieses völlig unbrauchbar gewordene Eisen nur 0,19 Prozent Zinn aufgenommen hatte, woraus hervorgeht, daß Zinn die Festigkeit des Ei-

sens in einem hohen Grade vermindert. Bei einem Gehalt von 0,19 Procent Phosphor würde die Abnahme der Festigkeit des Eisens noch gar nicht zu bemerken gewesen sein. — Der Eisenhüttenmann wird sich also vor dem Zinn sehr zu hüten haben, vorzüglich bei Zugutemachung des alten Eisens.

Die Herrn Stodart und Faraday bemerken bei ihren schätzbaren Versuchen nur, daß Zinn und Stahl sich legiren lassen, daß die Legirung aber keine vorzüglichen Eigenschaften zeige.

Rinman a. a. O. I. 496. II. 103. u. f. — Bergman de ferro et stanno igne commixtis, in seinen Opusc. phys.-chem. II. 471. — Hassenfratz l. c. III. 163. — Stodart und Faraday; Archiv f. Bergbau IX. 343.

§. 270.

Die Verwandtschaft des Zinnes zum Eisen, welche sich schon in einer Temperatur äußert, in der das Zinn allein zum Schmelzen kommt, indem es alsdann am Eisen haftet, giebt ein vortreffliches Mittel, Eisen mit Zinn zu überziehen und es dadurch gegen den Rost zu sichern, es auch gegen die Angriffe schwacher Säuren, welche das Eisen, aber nicht das Zinn angreifen, zu schützen. Das Ueberziehen des Eisens mit Zinn wird Verzinnen genannt und in der Regel nur bei geschmiedetem Eisen angewendet. Das Roheisen läßt sich ebenfalls verzinnen, und man hat auch mehrfach eine Anwendung von den verzinnten gegossenen Geschirren gemacht; indeß fällt die Verzinnung gewöhnlich schlecht und ungleich aus, weil man das weiße Roheisen wegen seiner Sprödigkeit zu Gefäßen nicht anwenden kann, das graue aber, welches sich wegen seiner chemischen Beschaffenheit noch besser wie das weiße Roheisen zum Verzinnen eignet, durch die Graphit Blättchen eine zu poröse Ober-

fläche erhält, auf welcher das Zinn nicht gut haften will. Durch Beizen allein richtet man beim Verzinnen des Roheisens nichts aus, sondern es muß abgedreht werden, um die Graphitblättchen durch die überwiegende Grundmasse des grauen Roheisens zu bedecken. Es tritt hierbei genau derselbe Erfolg ein wie z. B. bei dem Kanonengut, welches sich auf dem frischen Bruch jederzeit als ein Gemenge von mehreren Metallgemischen (von Kupfer mit Zinn, und von Zinn mit Kupfer) zu erkennen giebt, aber nach dem Abdrehen als eine ganz homogene Mischung erscheint, indem das vorwaltende geschmeidigere Gemisch das in geringerer Menge vorhandene, weniger geschmeidige verlarvt. — Das Verzinnen der geschmiedeten eisernen Bleche ist eine specielle Betriebspartie für den praktischen Hüttenmann, welche weiter unten abgehandelt werden wird. Die Theorie des Prozesses ist sehr einfach, und beruht darauf, daß sich das metallische Zinn mit dem metallischen Eisen in einer angemessenen Temperatur verbindet. Eine völlig reine, vollkommen metallische Fläche des zu verzinnenden Bleches ist zwar so schwierig nicht zu bewirken; allein die Darstellung von spiegelnden Flächen hat ihre eigenthümliche Schwierigkeiten. — Die Kunst, der Oberfläche des verzinnten Eisenbleches ein krystallinisches, glänzendes Ansehen zu geben und diesen krystallinischen Bildungen fast jede beliebige Richtung und Form zu ertheilen, ward im Jahr 1815 von Hn. Alard entdeckt. Der Erfinder nannte die so zubereiteten verzinnten Eisenbleche, deren Anwendung und Anfertigung sich rasch durch ganz Europa verbreitete, Moiré métallique

Rinman a. a. O. II. 120. u. f. 780. u. f. — Ueber die Anfertigung des moiré métallique; Archiv f. Bergbau. VIII. 378.

§. 271.

Obgleich sich die Oberfläche des Eisens mit Zink überzieht, wenn man es in geschmolzenes Zink eintaucht, woraus also eine Verwandtschaft des Zinks zum Eisen hervorgeht; so hat es doch noch keinem Metallurgen und Chemiker gelingen wollen, eine künstliche Verbindung des Zinks mit Eisen, durch das Zusammenschmelzen beider Metalle, oder durch die gemeinschaftliche Reduktion aus ihren Erzen, zu bewirken. Rinman hält sich aus seinen Versuchen zu dem Schlusse berechtigt, daß das Zink das Eisen weicher und spröder mache, daß aber eine wirkliche Verbindung des Zinnks mit Eisen zweifelhaft sei. In späteren Zeiten hat Gmelin fruchtlose Versuche angestellt, beide Metalle durch Zusammenschmelzen mit einander zu vereinigen. Eine Reduktion des Zinkoxyds durch Eisen kann nicht stattfinden, weil das Eisen den Zinkblumen den Sauerstoff nicht entzieht, versucht man aber die Reduktion des Zinkoxyds durch Roheisen, wegen des Kohlegehalts desselben, zu bewirken; so erhält man gefrischtes Roheisen, und die metallischen Zinkdämpfe entweichen aus dem Tiegel, der größte Theil des Oxyds verschlackt sich aber mit einem Theil Eisen zu einer dunkelbläulichschwarzen Schlacke. In neueren Zeiten hat Hr. Hollunder mehrere Versuche über die Verbindung des Zinks mit dem Eisen angestellt.

Rinman a. a. O. II. 205 u. f. — Gmelin über die Vereinigung des Zinks mit Eisen, in v. Crell's Annalen f. 1785. I. 195—228. f. 1788. I. 485—493. — Hollunder; Versuche über die Verbindung des Zinks mit dem Eisen; in Schweigger's Journal für Chemie und Physik. XXXIII. 41 — 61 und 166 — 195.

§. 272.

In manchen Gegenden werden zinkhaltige Eisenerze verschmolzen, so daß es für den Hüttenmann wichtig ist,

von der Möglichkeit der Verbindung des Zinks mit Eisen und von dem Einfluß des Ersteren auf Letzteres näher unterrichtet zu seyn. Daß der größte Theil des Zinkgehalts als Oxyd ausgeschieden und in Dämpfen verjagt wird, beweißt das Rauchen der Hohöfen, welche zinkische Erze verschmelzen, und die Farbe der Gichtflamme. Je größer die Hitze der Oefen ist, desto stärker ist der Dampf, desto schöner die Farbe der Flamme. Ein großer Theil der Dämpfe schlägt sich indeß in der oberen Gegend des Schachtes, wegen der dort stattfindenden Abkühlung, wahrscheinlich als ein Gemenge von Oxyd und vom reguliniſchen Zink nieder, und zwar desto schneller und in desto größerer Menge, je geringer die Hitze des Ofens ist, füttert den Schacht einige Fuß tief ringförmig aus, und bildet den so genannten Ofenbruch (Schwamm in Schlesien), worin man, wenn die Erze zugleich bleihaltig sind, häufig viele reguliniſche Bleikörner zerstreut findet. Durch dies Ansetzen des Ofenbruchs werden die Schächte nach und nach auf der Gicht so verengt, daß man den Ansatz von Zeit zu Zeit losbrechen muß, um ihn als ein vorzüglich reiches Zinkerz auf Zink zu benutzen. Die Erfahrung, daß der Hohofen in seinem Gange gestört wird und schlechtes Roheisen liefert, wenn beim Brechen des Schwammes zu viel davon in den Ofen fällt, sollte zwar auf eine Verbindung des Zinks mit Eisen und auf die nachtheiligen Wirkungen des Ersteren schließen lassen; allein es scheint doch wirklich, daß der üble Einfluß, den der Ofenbruch auf den Gang des Ofens ausübt, nur von der Abkühlung herrührt, welche durch die Verflüchtigung des zwischen den glühenden Kohlen sich wieder reducirenden Ofenbruchs bewirkt wird. — Daß sich das Zink mit wenig Eisen verbindet, ist nicht zu bezweifeln, indem sich fast gar kein ganz eisenfreies Zink finden läßt. Sogar das durch die Destillation des Gallmei gewonnene Zink enthält immer Eisen,

in

in einem Verhältniß, welches noch nicht genau bestimmt ist. Das Zink wird durch die Verbindung mit Eisen härter und spröder, und scheint unter gewissen Umständen, beim Schmelzen in eisernen Kesseln in sehr starker Hitze und beim langsamen Erkalten in diesen Kesseln, zwischen 2 bis 3 Procent Eisen aufzunehmen, wodurch es so hart wird, daß es sich pulvern läßt.

Selb, über in einem Hohofen gefundenes Zink; in Gehlen's Journ. f. Chemie u. Physik, VIII. 187 u. f. — Boüesnel mémoire sur un produit métallurgique, qui se forme dans quelques hauts-fourneaux; im Journ. des mines No. 169. p. 36—50. 79. — Grignon, sur la découverte de la Cadmie des forges a fer; in dessen mémoires de Physique sur l'Art de fabriquer le Fer. Paris 1775. p. 274—295

§. 273.

Um den Einfluß des Zinks auf Eisen genauer kennen zu lernen, habe ich auf der Königshütte in einem von den dortigen, mit Koaks betriebenen Hohöfen ein großes Probeschmelzen mit 320 Ctnr. Gallmei, der nach einer Probedestillation 16 Procent Zink, und nach der kleinen Eisenprobe 31 Procent Eisen hielt, und daher für die Benutzung auf Zink zu arm war, ohne allen Zusatz von anderen Eisenerzen verschmelzen lassen. Der Ofen dampfte ganz außerordentlich, und die bläulichgrüne Farbe schlug zwölf bis funfzehn Fuß über die Gicht heraus. Es nasete vor der Form zwar sehr stark, weil man aber schon im Voraus die starke Abkühlung des Ofens befürchtete, so hatte man sich mit den Sätzen gleich so eingerichtet, daß man die Fortdauer eines guten gaaren Ganzes erwarten konnte. Wirklich erreichte man durch diese Vorsicht auch einen so hitzigen Gang, daß die dunkelblaue Schlacke oft steinig ward. Die Flamme vor dem Tümpel zeigte eine schwache Zinkfarbe. Das Ei-

sen schien beim Abstich sehr hitzig, hatte beim Fließen das Ansehen des besten grauen Eisens; aber es war sehr roth und erstarrte bald, so daß die Formen bei aller anscheinenden Hitze des Eisens kaum auslaufen wollten. Das äußere Oberflächenansehen der Gußstücken beim Erkalten war ganz anders als bei gutem Eisen, denn es hatte sich eine Haut gebildet, welche auf eine schnelle Oxydation beim Erkalten schließen ließ, obgleich viele Gruben und Punkte, sogar starke Höhlungen unter der äußeren Schale des Eisens, die große Hitze, welche dasselbe gehabt haben mußte, durch das starke Schwinden beim Erkalten bewiesen. Auf dem Bruche war das Roheisen vollkommen körnig, glänzend-metallisch, und hatte das Ansehen des guten grauen Roheisens. Es war sehr weich, ließ sich nicht leicht zerschlagen, sondern gab den Schlägen nach; aber es verhielt sich sehr mürbe, und bröckelte, wenn es zerschlagen war, leicht ab, so daß es schien, als wenn die einzelnen Körner keinen starken Zusammenhang hätten. Beim Abstechen verbreitete es keinen Geruch, zeigte auch keine Flamme. Der Ofen blieb im Gaargange; als die Probe aber schon zwei Tage vorüber war, fieng er mit einemmale an, sehr stark aus der Gicht und aus dem Vorheerde zu dampfen; vorzüglich hatte die Flamme beim Tümpel das Ansehen der gewöhnlichen Zinkflamme. Es trat bei demselben Erzsatz bald ein übersetzter Gang ein, und es erfolgte weißes, mattes Eisen, wobei es außerordentlich naſete, im Vorheerd hart ward, und poröse schwarze Schlacken entstanden. Dieser Zustand dauerte fünf Tage lang, und der Ofen konnte nur mit Mühe gerettet werden. — Das bei der Probe erhaltene Roheisen ward auf der Creuzburger Hütte unter der Aufsicht des sehr geschickten Oberhütteninspectors Herrn Paul verfrischt. Es schmolz ziemlich roh ein, gab sehr viele und hitzige Rohschlacke, und bewirkte eine helle, weiße

Flamme, die oft ins Bläuliche und Gelbliche spielte. Nach dem Einschmelzen ließ man die Schlacke absichtlich auf dem eingeschmolzenen Eisen erkalten, wobei häufig helle, weißlichgelbe Flämmchen, mit einem kleinen Geräusch durchbrachen. Nach dem Aufbrechen gaarte das Eisen sehr bald, und es durfte sogar nur einmal roh aufgebrochen werden. Es erfolgte sehr wenig Gaarschlacke; das Eisen ging im Feuer immer trocken, und erforderte viel Hammerschlag, welches dem Verhalten des Koakeisens ganz entgegen ist, indem dieses immer sehr saftig geht und viel Schlacke giebt. Zum Anlaufen eignete es sich vorzüglich gut, und verhielt sich unter dem Hammer so weich, daß man das Durchschlagen desselben hätte befürchten müssen, wenn es neben der Weichheit nicht auch äußerst zähe und fest gewesen wäre. Vom Roth- und Kaltbruch war nicht eine Spur zu bemerken.

Die mit dem Roheisen vorgenommene Analyse gab wirklich einen geringen, obgleich ganz unbestimmbaren Zinkgehalt zu erkennen; aber in dem aus diesem Roheisen gefrischten Stabeisen ließ sich auch nicht einmal eine Spur von Zink auffinden. — Man kennt zwar noch kein zuverlässiges Mittel, kleine Quantitäten Zink, welche mit vielem Eisen verbunden sind, aufzusuchen, weshalb es auch noch zweifelhaft bleibt, ob das Eisen, welches sich bei der Analyse als ganz rein und frei von einer Beimischung von Zink zu erkennen giebt, nicht wirklich noch einen geringen Zinkgehalt besitzen mögte; allein dieser Gehalt dürfte doch nur sehr unbedeuteud seyn, besonders weil er sich durch eine Veränderung der physikalischen Eigenschaften des Eisens gar nicht zu erkennen giebt.

§. 274.

Nach den oben erwähnten Erfahrungen scheint es wohl, daß sich der Eisenhüttenmann über den Einfluß des Zinks

auf das Stabeisen vollkommen beruhigen kann Zur grö-
ßeren Ueberzeugung habe ich indeß auch ein Probefrischen mit gewöhnlichem Roheisen und einem Zusatz von reguliniſchem Zink, und von gewöhnlichem Roheisen mit reinem Zinkoxyd, ebenfalls unter Aufſicht des Herrn Ober Inſpektor Paul — deſſen Sachkunde und Genauigkeit mich in den Stand ſetzten, die Friſchverſuche im Großen in einem Grade der Zuverläſſigkeit ausführen zu laſſen, der mir nichts zu wünſchen übrig ließ -- anſtellen laſſen. Das erhaltene Stabeiſen zeigte ebenfalls nicht die geringſte fehlerhafte Beſchaffenheit; und auch in dieſem Stabeiſen ließ ſich durch die Analyſe keine Spur von Zink entdecken. — Auch Rinman ſpricht das Zink von jedem nachtheiligen Einfluß auf das Eiſen frei. Haſſenfratz hat dagegen bei ſeinem, auf die vorhin (§. 268.) bemerkte Art ausgeführten Verſuche gefunden, daß ſich das mit Zink behandelte Eiſen zwar gut ſchmieden laſſe, daß es aber doch etwas roth- und kaltbrüchig ſei. Ob dieſe Fehler durch die Art, wie die Verſuche angeſtellt ſind, entſtanden, muß ich unentſchieden laſſen, aber aus den angeführten eigenen Verſuchen den nachtheiligen Einfluß des Zinks auf das Eiſen bezweifeln. — Den Einfluß, welchen die verſchmolzenen, ſehr zinkiſchen Erze auf den Gang des Ofens hatten (§. 273.), kann ich eben ſo wenig als eine unmittelbare Folge des Zinkgehalts der Erze anſehen, ſondern muß den eintretenden matten Gang vielmehr als eine Folge der durch die Entwickelung der vielen Zinkdämpfe entſtandenen Abkühlung des Ofens betrachten.

Rinman a. a. O. I. 498. — Hassenfratz l. c. III. 163.

§. 275.

Vom Verzinken des Eiſens iſt bis jetzt noch keine Anwendung gemacht worden: theils weil das Zinn eine

bessere Bedeckung für das Eisen giebt, indem Zinn weniger als Zink von den Einwirkungen der feuchten Luft und der Säuren zu leiden hat; theils und vorzüglich, weil man noch kein Mittel kennt, das Oxydiren des geschmolzenen Zinks zu verhindern, und das Absetzen des weißen Zinkoxyds auf der Oberfläche des verzinkten Eisens beim Herausnehmen aus der Zinkpfanne zu vermeiden. Das Zink erfordert nämlich schon einen hohen Grad von Rothglühhitze zum vollkommenen Fluß, und in dieser Hitze verflüchtigen oder verbrennen und verkohlen schon alle die Fettigkeiten, welche man beim fließenden Zinn als Decke gegen das Zudringen der atmosphärischen Luft anzuwenden pflegt. Bei der großen Wohlfeilheit des Zinks und bei seiner guten Eigenschaft an der Luft ziemlich beständig zu bleiben, wäre es sehr zu wünschen, daß eine gute Bedeckung für das geschmolzene Zink ausgemittelt würde, weil die verzinnten Bleche in vielen Fällen durch verzinkte ersetzt werden könnten.

§. 276.

Ob eine Verbindung des Wismuths mit Eisen möglich sei, darüber sind die Meinungen der Metallurgen noch getheilt. Brand, Henkel und Gellert behaupten, eine Verbindung von 2 bis 3 Theilen Wismuth zu 1 Eisen erhalten zu haben; Beaumé läugnet die Möglichkeit dieser Verbindung; auch Rinman konnte keine Vereinigung bewirken, sondern das Wismuth trennte sich in der Hitze wieder vom Eisen, wenn es auch schien, als wenn beim ersten Zusammenschmelzen eine Verbindung stattgefunden hätte. Es ist wahrscheinlich, daß beim Wismuth dieselben Verhältnisse wie beim Blei, eintreten, und daß das Eisen etwas Wismuth aufnimmt, wogegen es noch unbestimmt bleiben muß, ob viel Wismuth etwas Eisen aufzulösen vermag, oder ob das Wismuth auch hier dem Blei ähnlich

ist und kein Eisen auflößt. Obgleich mir kein Ort bekannt ist, wo wismuthhaltige Eisenerze verschmolzen werden; so war es doch interessaut, das Verhalten des Wismuth zum Eisen kennen zu lernen, weshalb ich einen Frischversuch mit einem Zusatz von Wismuth machen ließ, wobei sich ergab, daß ein Zusatz von 1 Procent Wismuth durchaus gar keinen Einfluß auf die Beschaffenheit des Eisens äußerte. Es erhoben sich, sobald das Eisen zu schmelzen anfing, blaugrüne Flammen und ein eben so gefärbter Rauch, welcher über eine halbe Stunde fortdauerte. Als das Eisen in der gewöhnlichen Art zusammen gefrischt worden war, wurde gaar aufgebrochen, wobei das Eisen wieder etwas roh ward und einige male durchgebrochen werden mußte, dann aber eine gute, gaare Luppe erfolgte. Das Anlaufeisen rauchte zwar etwas beim Herausnehmen der Kolben aus dem Feuer, schmiedete sich aber gut, so wie sich auch das sämmtliche Eisen beim Probiren sehr gut und durchaus fehlerfrei verhielt. Das Wismuth hatte also in diesem Verhältniß nichts weiter geschadet, als einen etwas rohen Gang beim Frischen verursacht. Durch die Analyse ward der Wismuthgehalt des Stabeisens zu 0, 081 Procent ausgemittelt. In 100,000 Theilen jenes Eisens befanden sich also 81 Theile Wismuth, welche keinen Einfluß auf die Festigkeit gezeigt hatten. Ob größere Beimischungen der Festigkeit des Eisens nachtheilig werden, muß ich unentschieden lassen.

Nach dem von Hassenfratz angestellten Versuche ließ sich das mit Wismuth behandelte Eisen zwar gut schmieden, verhielt sich aber doch etwas rothbrüchig, und schien besonders durch das Ablöschen im Wasser sehr brüchig zu werden.

Rinman a. a. O. I. 498. II. 200 u. f. — Hassenfratz l. c. III. 162.

§. 277.

Mit dem Antimon scheint sich das Eisen in allen Verhältnissen zu verbinden, und ein hartes, sprödes, weißes Gemisch zu geben. Das Eisen wird dadurch viel leichtflüssiger und roheisenartig in seinem Verhalten, wogegen das Antimon mehr Härte bekommt und strengflüssiger wird. Ob die Verbindung beider Metalle ebenfalls nach bestimmten Verhältnissen geschieht, und welches diese sind, darüber fehlt es an Erfahrungen. Um das Verhalten des Stabeisens, dem etwas Antimon zugesetzt ist, näher kennen zu lernen, ließ ich bei einem auf der Creuzburger Hütte in Oberschlesien ausgeführten Frischversuche im Großen, dem zu verfrischenden Roheisen, nach dem Einschmelzen etwa 1 Procent Antimon zusetzen und das Antimon dann die Frischarbeit mit durchgehen, welches Verfahren bei allen Frischversuchen befolgt worden ist. Das Antimon äußerte sich, ungeachtet seiner größeren Flüchtigkeit, welche eine geringere Einwirkung hätte erwarten lassen sollen, noch weit nachtheiliger für die Güte des Stabeisens als das Zinn. In der Schweißhitze war dasselbe Rauchen des Eisens bemerkbar, allein das Stabeisen verhielt sich noch weit brüchiger und ließ sich nicht allein in der Kälte mit großer Leichtigkeit zerschlagen, sondern es war auch rothbrüchig. Das Eisen hatte nicht allein seine Schweißbarkeit in einem hohen Grade verloren; sondern es war auch so überaus kaltbrüchig geworden, daß die Stäbe schon beim Ausschmieden unter dem Hammer zersprangen. — Diese Erfahrung wird durch Hassenfratz's Versuch bestätigt, wonach sich das mit Spiesglanz behandelte Eisen nur sehr schwer schmieden läßt, obgleich es mit der Zeit zum Schweißen gebracht wird, und sich dann roth- und kaltbrüchig verhält. — Die Analyse ergab einen Antimongehalt dieses Stabeisens von nur 0,23

Prozent, oder es befinden sich in 10,000 Theilen Eisen 23 Theile Antimon. — Von einer Eisenhütte erhielt ich vor einiger Zeit eine Probe von Stabeisen, welches sich durch einen hohen Grad von Kaltbruch unvortheilhaft auszeichnete. Man schrieb den Mangel an Festigkeit bei diesem Eisen einem Gehalt an Arsenik zu; aber die Analyse ergab, außer einem höchst unbedeutenden Schwefelgehalt und außer einem Phosphorgehalt von 0,38 Prozent, welcher den Kaltbruch des Eisens auf keine Weise bewirken konnte, einen Gehalt von 0,114 Prozent Antimon und dieser konnte für völlig zureichend erachtet werden, den Kaltbruch des Eisens in einem hohen Grade zu bewirken. — Glücklicher Weise sind die Antimonerze wohl höchst seltene Begleiter der Eisenerze. Wenn sie aber vorkommen und durch Handscheidung nicht ausgehalten werden können; so giebt es kein Mittel, den Kaltbruch des daraus zu erzeugenden Eisens zu heben.

Rinman a. a. O. I. 497. II. 193 u. f. — Hassenfratz l. c. III. 162,

§. 278.

Auch mit dem Arsenik scheint sich das Eisen in allen Verhältnissen zu verbinden, wodurch es spröder, härter und leichtflüssiger wird. Daß das Eisen durch einen geringen Zusatz von Arsenik schon seine magnetischen Eigenschaften verliere, ist ungegründet, indem dazu wenigstens gleiche Theile von beiden Metallen erforderlich sind. Wenig Arsenik theilt dem Eisen, nach Bergman's Erfahrungen, keine nachtheiligen Eigenschaften mit, und macht es weder rothnoch kaltbrüchig. Durch Glühen läßt sich das Arsenik nicht gänzlich vom Eisen trennen, und eben so wenig durch wiederholtes Schmelzen mit Kohlenstaub. Nach Bergman's Erfahrungen würde zwar der Eisenhüttenmann die arseni-

kalischen Eisenerze nicht sehr zu fürchten haben, wenn er dergleichen verschmelzen müßte; allein Rinman behauptet, daß das Eisen seine Geschmeidigkeit verliere, wenn ihm auch nur sehr wenig Arsenik zugesetzt wird. Hassenfratz hat das Arsenik auf die oft angegebene Art mit dem Eisen zu verbinden gesucht, und gefunden, daß sich das Eisen ziemlich gut in der Glühhitze schmieden, aber nur sehr schwer schweißen ließ, daß es während der Arbeit einen starken Knoblauchgeruch verbreitete, und daß es sich mehr roth- als kaltbrüchig verhielt. Nach den Versuchen, welche ich in Oberschlesien habe anstellen lassen, bewirkte der Arsenikzusatz beim Verfrischen des Roheiseus einen ganz außerordentlichen Rohgang, so daß das Frischen dadurch sehr verhindert, und um das Zwei- bis Dreifache der gewöhnlichen Zeit verlängert wird. Wegen der außerordentlich flüssigen und gierigen Schlacke ist auch der Eisenverlust beim Frischen sehr groß. Der außerordentliche Rohgang würde, bei der Fortsetzung des Versuchs, vielleicht das Frischen des Roheisens unmöglich gemacht haben. Das Eisen war bedeutend härter als gewöhnlich geworden, und ließ sich auch stahlartig schmieden, zeigte übrigens nicht den geringsten Rothbruch, sondern schmiedete sich ohne Schiefer und Kantenbrüche. Dagegen schien es doch an Festigkeit etwas verloren zu haben, indem die Eisenstäbe die Probe weniger gut aushielten, als das Stabeisen, welches aus dem Roheisen ohne Zusätze gewöhnlich erfolgt. — Zur Analyse dieses Eisens ward Königswasser genommen und sogleich Siedehitze angewendet, um nicht einen Verlust im Arsenik, durch Entwickelung von Arsenikwasserstoffgas zu erleiden. Der Niederschlag, welcher durch die Behandlung der sauren Auflösung mit Hydrothiongas erfolgte, bestand aus reinem Schwefel, worin keine Spur von Arsenik gefunden werden konnte. Wenn das Eisen also wirklich etwas Arsenik auf-

genommen hatte, so war es so wenig, daß es sich durch die Analyse nicht auffinden ließ. Die große Verminderung der Auflösbarkeit dieses Stabeisens in Säuren, deutet indeß auf eine Veränderung in den Mischungsverhältnissen hin, obgleich die Analyse den Grund dieser Erscheinung nicht nachgewiesen hat.

Hr. Lampadius bemerkt, daß man auf dem Eisenwerk Breitenhof im Sächsischen Erzgebirge, eine sehr reiche Art von Rotheisensteinen, die in dem Johann Georgenstädter Bergamts Revier gebrochen wurden, zu verschmelzen versucht habe, daß man aber ein Roheisen erhalten hätte, welches sich beim Verfrischen durchaus nicht habe schweißen lassen wollen. Bei der Untersuchung habe Hr. Lampadius in 100 Theilen von jenem Roheisen, 3,5 Theile Arsenik gefunden, welches durch die Desoxydation im Hohofen aus dem arseniksauren Eisen des Eisensteins sich gebildet habe.

Hr. Garnej bemerkt, daß die Erze von Utö zum Theil ein sehr kaltbrüchiges Eisen geben, welches er theils dem Kobalt, theils dem Arsenik zuschreibt, weil die Erze etwas Glanzkobalt eingesprengt enthalten.

Rinman a. a. O. I. 499. II. 180 u. f. — Bergman, opusc. II. 281. — Hassenfratz l. c. III. 162. — Vauquelin Analyse eines rothbrüchigen (arsenikhaltigen) Eisens; in Gehlen's Journ. f. Chemie u. Physik; V. 154. — Lampadius; in Schweigger's Journal für Chemie und Physik. XXXIII. 198. — Garnej Handledning uti Suenska Masmästeriet p. 199.

§. 279.

Ungeachtet die so eben mitgetheilten Erfahrungen das Arsenik von einem nachtheiligen Einfluß desselben auf das Eisen frei zu sprechen scheinen; so würde sich, — bei der großen Verbindungsfähigkeit des Arsenik mit Eisen, — doch

vielleicht ein weniger günstiges Resultat ergeben, wenn Arsenik haltende Eisenerze im Hohenhofen verschmolzen werden. Darüber fehlt es mir an Erfahrungen. — Dagegen habe ich beim Zusammenschmelzen von 95 Theilen Cementstahl mit 5 Theilen Arsenikspeise, — welche bei einer besonderen hüttenmännischen Operation gefallen war, und welche ziemlich genau 32 Arsenik und 68 Eisen enthielt, — durch Zusammenschmelzen im Ipser Tiegel, ein Metallgemisch von 100 Theilen erhalten. Sollte diese völlige Uebereinstimmung des Gewichtes des Metallgemisches mit dem Gewicht des Stahls und der Speise auch vielleicht dadurch entstanden seyn, daß das Gemisch noch etwas Kohle aufgenommen hätte, wodurch der mögliche Verlust von dem verflüchtigten Arsenik wieder gedeckt worden, so würde die daraus entspringende Differenz des Arsenikgehaltes doch sehr unbedeutend seyn; sie ist aber auch nicht einmal wahrscheinlich, sondern es läßt sich mit Zuverläßigkeit annehmen, daß das erhaltene Metallgemisch 1,6 Prozent Arsenik enthielt. Die Speise hatte den Stahl sehr schnell in Fluß gebracht und das erhaltene Gemisch von ganz homogenem Ansehen verhielt sich sehr weich, bekam auch durch Härten keine größere Härte. Es verhielt sich wie recht mürbes rohes Stabeisen, hatte eine bleigraue Farbe und schien die Zähigkeit und Dehnbarkeit fast ganz verloren zu haben. — 75 Theile Stabeisen und 25 Theile von derselben Arsenikspeise kamen im Ipser Tiegel sehr bald in Fluß und gaben ein sehr weiches, leicht schmelzbares Metallgemisch, welches sich gar nicht mehr schmieden ließ. Das dunkelgraue Metallgemisch enthielt etwa 8 Procent Arsenik.

Es ergiebt sich daraus, daß das Arsenik die Festigkeit des Eisens sehr vermindert, daß es dasselbe weicher macht und die Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit desselben schon dann zerstört, wenn der Arsenikgehalt nur 1,6 Procent be-

trägt. Daher darf es auch nicht für unwahrscheinlich gehalten werden, daß ganz geringe Beimischungen von Arsenik schon nachtheilig auf die Festigkeit des Eisens wirken und dasselbe kaltbrüchig machen können, obgleich die Erfahrungen in §. 278 ein solches Verhalten nicht erwarten lassen.

Von den natürlichen Verbindungen des Eisens mit Arsenik wird im folgenden Abschnitt die Rede seyn.

§. 280.

Mit dem Nickel soll sich das Eisen nach Bergman's Versuchen in allen Verhältnissen verbinden, und ein zähes dehnbares Gemisch geben. Diese Versicherung jenes gründlichen Metallurgen und das Verhalten des Nickels, als eines edlen Metalles lassen wohl erwarten, daß das Nickel in geringer Quantität dem Stabeisen beigemischt, demselben keine nachtheiligen Eigenschaften mittheilen wird, und daß der Eisenhüttenmann ganz unbesorgt seyn darf, wenn er irgendwo Eisenerze mit einem Nickelgehalt verschmelzen soll. Wegen der Kostbarkeit des reinen Nickels habe ich mit diesem Metall keinen Frischversuch anstellen lassen können; Hassenfratz versichert aber, daß sich das mit Kupfernickel behandelte Eisen nur höchst schwer schmieden und gar nicht schweißen lasse, daß es außerordentlich rothbrüchig und auch ein wenig kaltbrüchig sei. Dieser Versuch ist indeß nicht entscheidend, weil Hassenfratz nicht mit reinem Nickel operirte, und weil der Kupfernickel, außer Arsenik, auch ohne Zweifel noch Schwefel enthielt, wodurch der starke Rothbruch leicht erklärbar wird.

Rinman a. a. O. I. 499. II. 156 u. f. — Bergman opusc. III. 462. IV. 371. — Hassenfratz l. c. III. 162.

§. 281.

Ohne Zweifel haben die Herren Stodart und Fara-

day die ersten Versuche über Legirung des Eisens und Stahls mit reinem Nickel angestellt. Gutes reines Eisen und 10 Prozent Nickel schmolzen vollständig zusammen; die Legirung verhielt sich aber weniger schmiedbar als das Eisen und war geneigt, unter dem Hammer Kantenbrüche zu bekommen. Die polirte Oberfläche dieses Gemisches hatte ein Stich ins Gelbliche. Die Nickellegirung rostet weniger an der feuchten Luft als das reine Stabeisen. Auffallend ist es, daß dieselbe Menge Nickel, mit Stahl legirt, denselben nicht allein gegen den Rost nicht schützt, sondern das Rosten sogar noch befördert. — Die Verbindung mit Nickel und Stahl ist sehr zur Damastbildung geneigt. — Wegen des Nickelgehaltes des natürlichen so genannten Meteoreisens, gaben die Herren Stodart und Faraday ihren künstlichen Legirungen des Eisens mit etwa so viel Nickel, als sich in manchem natürlichen Meteoreisen findet, den Namen künstliches Meteoreisen. Hiernach hat man die Legirung von Nickel und Stahl auch Meteorstahl genannt und von der Vortrefflichkeit desselben sehr große Lobpreisungen gemacht, welche dieser Stahl indeß mit vielen anderen Stahllegirungen theilen muß. Bei allen diesen Legirungen scheint keine eigentliche Verbindung des Legirungsmetalles mit dem Stahl statt zu finden, sondern nur eine innige Vermengung, welche bis zu einem gewissen Grade die Festigkeit des Stahls erhöhet. Deshalb zeigen die Verbindungen der Legirungsmetalle mit dem reinen Eisen und mit dem Stahl auch ein ungemein verschiedenes Verhalten, und ein Metall, welches in Verbindung mit dem Eisen dasselbe ganz unbrauchbar macht, kann, in mechanischem Gemenge mit dem Stahl, die Festigkeit desselben befördern. Das Aluminium, das Silber, zum Theil auch vielleicht das Kupfer, verhalten sich, in dieser Beziehung, in ähnlicher Art wie das Nickel und wie vielleicht sehr viele

andere Metalle, welche die Güte des Stahls verbessern können, und der Festigkeit des Stabeisens in hohem Grade nachtheilig sind.

Von der natürlichen Verbindung des Nickels mit dem Eisen wird im folgenden Abschnitt gehandelt werden.

§. 282.

Nach Brandt's und Bergmann's Erfahrungen sollen sich Eisen und Kobalt in allen Verhältnissen, und zwar um so leichter verbinden, je überwiegender das Verhältniß des Kobalts ist. Das Gemisch soll an Zähigkeit und Dehnbarkeit nichts verlieren, weshalb auch zu erwarten ist, daß eine kleine Quantität Kobalt keine nachtheiligen Wirkungen auf das Eisen äußert. Aus Mangel an reinem Kobalt habe ich mit diesem Metall ebenfalls keinen Frischversuch können anstellen lassen. Hassenfratz bestätigt indeß, daß das mit Kobalt behandelte Eisen sich sehr gut schmieden und schweißen lasse, daß es durchaus nicht kaltbrüchig, aber zum Rothbruch etwas geneigt sei. — Garney ist indeß der Meinung, daß das Kobalt das Eisen kaltbrüchig mache.

Rinman a. a. O. I. 498. II. 167 u. f. — Bergman und Hassenfratz a. a. O. — Garnej a. a. O.

§. 283.

Ueber die Verbindungen des Uran, des Molybdän, des Tellur, des Tantal, des Cerium und des Kadmium mit Eisen sind noch gar keine Versuche angestellt und der Einfluß dieser Metalle auf das Eisen ist daher noch völlig unbekannt.

§. 284.

Das Titan kommt in einigen norwegischen Eisenerzen vor, und macht dieselben sehr strengflüssig. Diese Streng-

flüssigkeit der sehr titanhaltigen Eisenerze ist so groß, daß sie zu Arendahl über einem 35füßigen Holzkohlenhohofen nicht verschmolzen werden können, weshalb das Titaneisen auch sorgfältig ausgehalten, oder dasjenige Eisenerz, welches zu viel Titaneisen beigemengt enthält, gar nicht angewendet wird. Sonst scheint indeß das Titan der Güte des Eisens nicht nachtheilig zu seyn, sondern dasselbe nur härter, fester, und der Abnutzung mehr widerstehend zu machen. Statt des reinen Titan wendete Hassenfratz den Rutill oder rothen Schörl (welcher nach Klaproth bloß aus Titan und Sauerstoff besteht) zu seinem Versuche an, und fand, daß sich das Eisen gut schmieden ließ, ohne im Geringsten kalt- oder rothbrüchig zu seyn.

§. 285.

Auch das Wolfram scheint dem Eisen nicht nachtheilig zu seyn, und der Hütttnmann würde die Wirkungen desselben wohl nicht zu befürchten haben. Hassenfratz behandelte Eisen mit Tungstein, statt des metallischen Scheel, und fand, daß sich das Eisen gut schmieden lasse, aber etwas zum Rothbruch geneigt sei. In der Kälte verhielt es sich ungemein dehnbar, erhielt — wie Stahl — beim Härten eine ganz blanke Oberfläche, und zeigte beim Ausschmieden ein mehr körniges als sehniges Gefüge, zum Beweis seiner Härte, so daß es scheint, daß das Scheel das Eisen ebenfalls nur härter mache, und daß sich darauf der ganze Einfluß des im geringen Verhältniß beim Eisen befindlichen Wolfram erstrecke.

§. 286.

Das Titan erfordert eine höhere Temperatur, um sich aus dem Oxyd durch Kohle zu reduciren, als das Eisen, und eine noch viel höhere Temperatur, um nach erfolgter

Reduktion zu schmelzen. Dies ist der Grund, weshalb bei Titanoxyd haltenden Eisenerzen, der größte Theil, oder fast alles Titanoxyd im Hohenofen verschlackt wird. Außerdem scheint das reguliniſche Titan nur eine geringe Verbindungsfähigkeit mit dem Eisen zu besitzen. Seitdem Hr. Wollaston vor einigen Jahren gezeigt hat, daß das Titan, unter gewissen Umständen, im Gestell der Hohenofen krystalliniſch in schönen kupferrothen Würfelchen gebildet wird, hat man dies Metall auf vielen Hüttenwerken im Hohenofengestell gefunden. Daß indeß die Verbindung des Titan mit Eisen sehr schwierig ist, geht aus dem Umstande hervor, daß man das Titan sichtbar in rothen Körnchen im Roheisen eingesprengt findet, und daß das Roheisen, bei welchem sich diese rothen Beimengungen nicht bemerken lassen, nur einen höchst unbedeutenden Titangehalt zeigt, welcher beim Verfrischen zwar zum Theil abgeschieden wird, zum Theil aber bei dem Stabeisen vereinigt bleibt. Genauere Beobachtungen würden sich auf den Hüttenwerken sammeln lassen, wo die Titanerze häufiger, und nicht bloß als zufällige und sparsame Begleiter der Eisenerze vorkommen. Spuren von Titan finden sich in sehr vielem Roh- und Stabeisen. Obgleich das Titan in Säuren unauflöslich ist, so wird es doch, wenn es dem Eisen in geringer Menge beigemischt ist, von den Säuren gemeinschaftlich mit dem Eisen aufgenommen und muß daher in der Auflösung aufgesucht werden.

Eine Verbindung von 99 Stahl mit 1 reguliniſchem Titan verhielt sich wie der beste Stahl; aber die Analyse zeigte, daß das Titan sehr ungleich in der Stahlmasse vertheilt war, so daß sich das Titan beim Zusammenschmelzen mit Stahl wahrscheinlich eben so verhält, wie die mehrsten anderen Metalle, indem es nicht chemisch mit dem Stahl verbunden, sondern mechaniſch mit demselben gemengt ist. — Auch dieser Titanstahl zeigt einen vortrefflichen Damast

nach dem Poliren und Beizen, und verdient nicht minder wegen seiner vortrefflichen Eigenschaften gelobt zu werden wie mancher andere Legirungsstahl. — Auch die Hn. Stodart und Faraday haben einen mit Titan legirten Stahl dargestellt, indem sie 4 Theile von dem, durch die Reduktion des Mänackanites erhaltenen Metallkönig, mit 96 Theilen Stahl zusammen schmolzen. In diesem Stahl ließ sich durch die Analyse zwar kein Titan auffinden, indeß hat man erst nach der Zeit das Verfahren kennen gelernt, sehr kleine Quantitäten Titanoxyd, welche mit einer überwiegenden Menge von Eisenoxyd verbunden sind, aufzusuchen.

Stodart und Faraday; a. a. O. S. 335. — Wollaston; Archiv; IX. 518 u. f. — Karsten; Ebendas. IX. 530 f. — Zinken; Ebendas. X. 294. — Grignon, Mémoire sur des crystallisations métalliques, pyriteuses et vitreuses, formés par le moyen du feu; in dessen Mémoires de Physique sur l'Art de fabriquer le Fer p. 478 seqq.

§. 287.

Die Legirungen des Eisens mit Chrom sind ganz unbekannt, auch kennt man den Einfluß nicht, welchen geringe Beimischungen von Chrom auf das Eisen haben mögen. Nach einem von Hassenfratz angestellten Versuch, soll sich das mit Chrom behandelte Eisen sehr gut schmieden lassen, ohne den geringsten Kaltbruch zu zeigen, wogegen es von dem Fehler des Rothbruchs nicht ganz frei gesprochen werden könne. — Chrom haltende Eisenerze, deren nähere Untersuchung dem folgenden Abschnitt vorbehalten ist, kommen höchst selten vor, weshalb das Verhalten des Chrom haltenden Eisens auch nicht so bald vollständig bekannt werden dürfte. Geringe Beimengungen von Chrom finden sich in dem Roheisen eben so häufig, wie die von

Titan, aber sie werden beim Frischprozeß vollständig abgeschieden, wenigstens habe ich in dem Stabeisen aus dem mit einem geringen Chromgehalt versehenem Roheisen, kein Chrom auffinden können, so daß ich es unentschieden lassen muß, ob das Chrom der Festigkeit des Eisens auch in kleinen Beimischungen nachtheilig ist.

Nach einer von dem Hn Vauquelin mitgetheilten Analyse eines rothbrüchigen Eisens, in welchem 0,6 Prozent Phosphor und 0,4 Procent Chrom gefunden wurden, wäre dies allerdings zu vermuthen.

Die Legirungen des Stahls mit Chrom sind aber durch die Herren Berthier und Stodart und Faraday genauer untersucht. Hr. Berthier bereitete zwei Proben von Gußstahl, von denen die eine 1 Prozent, und die andere $1\frac{1}{2}$ Prozent Chrom enthielt. Gußstahl von der besten Güte ward zu kleinen Stücken zerschlagen und dann mit einem (aus dem natürlichen Chromeisen dargestellten) Metallgemisch aus Eisen und Chrom zusammen geschmolzen. Der Stahl soll nicht bloß von ganz vorzüglicher Güte seyn, sondern sich auch durch die Schönheit seines Damastes auszeichnen, welcher, nach den Erfahrungen der Herren Stodart und Faraday, auch durch das Anlaufenlassen des Stahls hervorgebracht werden kann und dann ein schönes Ansehen gewähren soll. Die Erfahrungen von St. u. F. bestätigen übrigens die vortreffliche Eigenschaft des Chromstahls, von welchem sie zwei Proben anfertigten, die eine aus 1600 Stahl und 16 Chrom, und die zweite aus 1600 Stahl und 48 Chrom. Dieser letzte, 3 Procent Chrom enthaltende Stahl war bedeutend härter als der erstere, ließ sich aber vortrefflich schmieden.

Berthier; Archiv u. s. f. V. 179 u. f. — Stodart und Faraday, a. a. O. S. 359. f. — Vauquelin in Gehlen's Journ. f. Chemie und Physik. V. 153.

§. 288.

Auch die Legirungen von Stahl mit Palladium, von Stahl mit Rhodium, und die dreifache Legirung von Stahl mit Iridium und Osmium rühmen die Herren Stodart und Faraday wegen ihrer vorzüglichen Güte und wegen des schönen Damastes, den sie gewähren. Ganz vorzüglich soll sich aber der mit Rhodium legirte Stahl auszeichnen, indem er große Festigkeit mit sehr großer Härte verbindet. Dieser hohe Grad von Härte ist so auffallend, daß die aus dieser Legirung angefertigten schneidenden Waaren eine, wenigstens 30 Gr. Fahr. höhere Temperatur zum Anlassen erfordern, als der beste Wootz, obgleich dieser schon 40 Gr. Fahr. stärker als der beste englische Gußstahl erhitzt werden muß. Das Rhodium vereinigt sich mit dem Stahl in allen Verhältnissen, welches auch bei dem Iridium und Osmium der Fall zu seyn scheint. — Eine Verbindung von reinem Eisen mit 3 Procent Iridium und Osmium ist dem Rosten wenig unterworfen, und hat die Eigenschaft, daß sie, im rothglühenden Zustande im Wasser abgelöscht, härter wird, ohne Kohle zu enthalten, eine Eigenschaft, welche auch das Silicium haltende reine Stabeisen zu besitzen scheint.

§. 289.

Ein sehr häufiger fast gewöhnlicher Begleiter des Eisens ist das Mangan. Es theilt dem Eisen mehr Härte mit, ohne seiner Geschmeidigkeit und Zähigkeit Abbruch zu thun, wenn es sich nur in geringen Quantitäten mit dem Eisen verbunden befindet. Der größte Mangangehalt des Stabeisens, welcher mir bis jetzt bei den Analysen verschiedener Stabeisenarten vorgekommen ist, betrug 1,85 Pro-

zent, und dies Stabeisen verhielt sich ganz tadellos. Bis zu welchem Verhältniß die Verbindung des Mangan mit dem Eisen steigen kann, ohne nachtheilig auf die Festigkeit desselben zu wirken, ist noch gar nicht untersucht, weil man bis jetzt, wegen der großen Strengflüssigkeit beider Metalle (indem das Mangan eine, wenn nicht größere, doch wenigstens eben so große Temperatur zum Schmelzen erfordert, als das reine Stabeisen) noch keine Legirungsversuche mit Eisen und Mangan angestellt hat. — Hr. Mushet hat das Roheisen in steigenden Verhältnissen mit Mangan zu verbinden gesucht und glaubt aus seinen Versuchen schließen zu müssen, daß etwa 40 Theile Mangan das Maximum sind, welches 100 Th. Roheisen aufnehmen. Eine solche Legirung von 71,4 Roheisen und 28,6 Mangan soll vom Magnet nicht mehr gezogen werden. Die mehr oder weniger spröde Beschaffenheit der Legirung rührt von der Menge und von dem Verbindungszustande der Kohle her und es läßt sich über den Einfluß des Mangan auf die Festigkeit des Eisens gar nicht urtheilen, wenn die Kohle nicht entfernt wird. — Rinman erwähnt, in seiner Geschichte des Eisens, an mehreren Stellen eines weißen Roheisens, welches aus Braunstein haltenden Erzen auf einigen Schwedischen Eisenhütten erzeugt wird, und welches die höchst merkwürdige, kaum zu erklärende Eigenschaft besitzen soll, vom Magnet sogleich angezogen zu werden, sobald es stark geglühet worden ist, wogegen es im ungeglüheten Zustande dem Magnet nicht folgsam sey.

Rinman a. a. O. I. 499. II 136 u. f. — Stünkel, über das braunsteinhaltige Roheisen, im Neuen Bergmänn. Journal, III. 455 u. f. — Mushet; im Archiv u. s. f. Heft 2. S. 118.

§. 290.

Obgleich die größere oder geringere Härte des Eisens in manchen Fällen von dem Mangangehalt desselben abhängen kann; so ist die Geschmeidigkeit und Sprödigkeit doch ganz unabhängig davon, und wird, bei reinem Eisen, bloß durch den Kohlegehalt bestimmt. Stabeisen kann also eben so viel Mangan enthalten als Stahl, und es kann Stahl geben, der keine Spur von Mangan enthält, wogegen sich im Stabeisen ein bedeutender Mangangehalt auffinden lassen könnte. Das Verhältniß der Kohle wird, wie bereits bemerkt, entscheiden, ob das Eisen Stabeisen oder Stahl genannt werden muß; aber das manganhaltige Stabeisen und der manganhaltige Stahl werden sich härter verhalten, als die Eisen- und Stahlarten, welche keinen Mangangehalt haben. Nie kann also das Stabeisen durch einen Mangangehalt eine stahlartige Härte erhalten, sondern seine stahlartige Beschaffenheit ist jederzeit von dem Kohlegehalt abhängig. Dies ausdrücklich zu bemerken, ist nothwendig, weil es Metallurgen giebt, welche der Meinung sind, daß der Stahl immer Mangan enthalten müsse, und daß es daher unmöglich Stabeisen mit eben so großem Mangangehalt geben könne, als im Stahl angetroffen wird. Man geht wohl sogar so weit, anzunehmen, daß es bei der Behandlung des Roheisens bloß von der größeren oder geringeren Vollständigkeit der Abscheidung des Mangangehalts abhänge, ob das Produkt des Verfrischens Stabeisen oder Stahl werden soll. — Weil man indeß bei einem guten Stahl immer eine gewisse Härte verlangt, so kommt die Härte, welche das Mangan dem Eisen mittheilt, der Stahlhärte durch den Kohlegehalt sehr zu statten, und in sofern hat man vollkommen Recht, anzunehmen: daß die Härte des Stahls durch einen Mangangehalt desselben

noch erhöhet werde. Ich habe häufig Stabeisen mit einem ungleich größeren Gehalt an Mangan gefunden, als in dem besten verarbeiteten Rohstahl vorhanden ist. Daß gerade die wegen ihrer Härte am mehrsten geschätzten Arten von Gußstahl, kaum eine Spur von Mangan enthalten, ist jetzt eine ganz bekannte Sache.

§. 291.

Es ist eine allgemeine Erfahrung, daß die manganhaltigen Eisenerze vorzüglich geneigt sind, bei der Verarbeitung Stahl zu geben. Diese Erfahrung mag wohl Veranlassung gewesen seyn, manganhaltige Eisenerze und Stahlerze für gleichbedeutende Begriffe zu nehmen. So wahr es aber auch ist, daß ein starker Mangangehalt der Eisenerze das daraus erzeugte Roheisen zur Stahlbildung geneigter macht; so ist es doch gewiß, daß nicht das Mangan, sondern die Verbindung oder vielmehr der Verbindungszustand des Eisens mit der Kohle, welcher durch den Mangangehalt der Erze auf eine ganz andere Weise als dadurch, daß das Mangan in die Mischung des Eisens eingeht, herbeigeführt wird, die wahre Ursache der leichteren Bildung des Stahls aus weißem als aus grauem Roheisen ist. Hieraus folgt, daß man auch aus dem weißen Roheisen, welches aus Eisenerzen erzeugt ist, welche kein oder nur wenig Mangan enthalten, eben so leicht Stahl beim Verfrischen müsse erhalten können, als aus dem weißen Roheisen, welches aus manganreichen Erzen entstanden ist, weil beide Eisenarten auf eine ganz gleiche Weise mit Kohle verbunden sind. Die Erfahrung bestätigt dies auch allerdings; indeß wird sich später zeigen, aus welchen Gründen das aus manganreichen Eisenerzen erzeugte Roheisen in der Regel für ein reineres Product gehalten werden muß, als das weiße Roheisen, welches aus den mehrsten

Eisenerzen die kein Mangan enthalten, dargestellt wird. Aber auch das durch künstliche Mittel weiß gemachte graue Roheisen wird zur Stahlbereitung eben so gut geeignet seyn, als das natürliche weiße Roheisen, weil auch dieses weiß gemachte Eisen die Kohle in demselben Zustande der Verbindung enthält.

§. 292.

Die Eisenerze, welche sich durch einen großen Mangangehalt auszeichnen, sind ferner so sehr geneigt, ein weißes, hartes und sprödes Roheisen zu geben, daß die irrige Meinung entstanden war, es könne kaum ein graues Roheisen aus diesen Erzen erblasen werden (§. 46.) und der Mangangehalt der Erze sey es, welcher die Bildung des Graphit verhindere Das weiße Roheisen, im Zustande seiner größten Vollkommenheit, nämlich das sogenannte Spiegeleisen (§. 48) läßt sich fast nur aus manganreichen Eisenerzen ununterbrochen gewinnen und aus diesem Erfolge glaubte man schließen zu dürfen, daß das Mangan nicht allein diesen Verbindungszustand des Eisens mit der Kohle herbeiführe, sondern daß das Mangan auch unmittelbar die Ursache der silberweißen Färbung des Roheisens sey. Spätere Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß das Mangan weder die Bildung des Graphit verhindere, noch dem Roheisen eine weiße Farbe ertheile, sondern daß dieser Erfolg bloß durch die Temperatur des Ofens in dem Schmelzraum bestimmt wird, daß aber das Manganoxyd auf mittelbare Weise die Bildung des weißen Eisens begünstigt, weil es mit der Kieselerde ein sehr leichtflüssiges Silikat bildet. Diese Untersuchungen haben zugleich gelehrt, daß das aus denselben Erzen erblasene graue Roheisen mehr Mangan enthält, als das Spiegeleisen, daß also die Farbe des Roheisens lediglich durch die Menge und durch den

Verbindungszustand der Kohle mit dem Eisen, und nicht im mindesten durch den Mangangehalt desselben bestimmt wird. Die Geneigtheit der manganreichen Eisenerze, beim Verschmelzen in den Schachtöfen weißes Roheisen zu geben, rührt also nur von der Leichtflüssigkeit der sich bildenden Schlacke her, weshalb aus eben diesen Erzen auch graues Roheisen erfolgt, wenn entweder die Temperatur im Schmelzraum sehr erhöhet, oder wenn der Gattirung eine Basis zugesetzt wird, welche mit der Kieselerde strengflüssige Silikate bildet.

Karsten; über den Einfluß der Temperatur auf die Beschaffenheit der Produkte, welche beim Verschmelzen der Eisenerze in Hohenöfen erhalten werden. Archiv. u. s. f. XIII. 211. u. f.

Eisen und Metalloxyde.

§. 293.

Allen Oxyden der unedlen Metalle, mit Ausnahme des Mangans, Zinks (und Kobalts?) entzieht das reguliniſche Eisen in der Glühhitze den Sauerstoff, und oxydirt sich. Das Resultat des Zusammenschmelzens von Eisen mit Metalloxyden ist also Eisenoxydul-Oxyd (oder verschlacktes Eisen) und reguliniſches Metall, welches sich mit dem im Uebermaaß zugesetzten Eisen verbindet, wenn es dazu geneigt ist. Bei der Wohlfeilheit des Eisens würde man sich desselben in mehreren Fälleu bedienen können, um andere Metalle aus ihren Erzen reguliniſch darzustellen, wenn nicht zugleich ein großer Theil des noch nicht reducirten Metalles mit dem entstehenden Eisenoxyd unvermeidlich verschlackt würde, und wenn die Schmelzvorrichtungen so eingerichtet werden könnten, daß es möglich wäre, allen Zutritt der Luft gänz-

lich abzuhalten, um das Verschlacken des wirklich schon ausgeschiedenen Metalles gänzlich zu verhindern.

Da Camara, Resultate chemischer und metallurgischer Erfahrungen in Absicht der Bleiersparung bei dem Schmelzproceß. Aus dem Französischen von Ribbentrop, und mit Anmerkungen von Lampadius. Dresden 1797.

Eisen und Salze.

§. 294.

Das Verhalten der Metalle mit den sogenannten metallischen Salzen auf dem nassen Wege kann hier füglich übergangen werden, weil das Eisen die mehrsten Metalle aus ihren Auflösungen in Säuren als Oxyde niederschlägt. Anomalien durch scheinbares wechselseitiges Niederschlagen lassen sich durch Vertheilung des Sauerstoffs erklären; indeß gehören diese und ähnliche Untersuchungen nicht hierher. — Auf dem trockenen Wege, oder in der Glühhitze, werden die flüchtigen Säuren durch das mit ihr verbundene Metall mehr fixirt; indeß wirken sie auf das Eisen ohne Zweifel nur eben so, als wenn sie mit Alkalien und Erden verbunden sind. Auf das quantitative Verhältniß des Eisens zum metallischen Salz, und auf die Beschaffenheit der Säure, so wie auf die Verbindungsfähigkeit des mit der Säure verbundenen Metalles zum Eisen kommt es an, ob das Resultat des Versuchs Eisenoxyd und Oxyd des anderen Metalles, oder Eisensalz und Oxyd des anderen Metalles, oder Eisensalz, Eisenoxyd und reguliniſches Metall, oder bloß Eisenoxyd und reguliniſches Metall, mit oder ohne Verbindung mit Eisen seyn wird. Ist die Säure nämlich flüchtig, so wirkt sie bloß oxydirend; ist sie feuerbeständig, so tritt sie an das Eisen, und läßt das andere Metall als solches, oder als

Oxyd zurück. Ist mehr Eisen vorhanden, so wird dasselbe das Oxyd des Metalles ebenfalls reduciren u. s. f.

§. 295.

Auch über das Verhalten der sogenannten Neutral- und Mittelsalze zum Eisen auf dem nassen Wege ist wenig zu bemerken. Nur die ammoniakalischen Salze scheinen theilweise zersetzt zu werden, wobei sich Eisenoxydhydrat und dreifache Salze bilden. Alle andere Salze wirken nicht anders als das reine Wasser auf Eisen; und wenn bei den Natronsalzen wirklich eine Zersetzung stattfindet, so geschieht dies durch doppelte Wahlanziehung, indem das entstandene Eisenoxyd auf die Säure des Salzes, und die Kohlensäure in der Atmosphäre auf das Natron wirksam sind. Solche Zersetzungen geschehen daher auch nur theilweise, und nur in solchen Fällen, wenn das Natron Gelegenheit hat, zu effloresciren.

Es fehlt indeß nicht an Erfahrungen, daß das Eisen, wenn es viele Jahre in einer Flüssigkeit liegen bleibt, welche Salze mit alkalischer oder erdiger Basis aufgelößt hat, gänzlich zerstört wird, und daß sogar das Roheisen, welches der Einwirkung der Säure weit mehr widersteht, den Einflüssen solcher Flüssigkeit nicht entgehen kann. Roheisen, welches eine Reihe von Jahren hindurch in der Tiefe des Meeres versenkt war, ward in einem ganz zerstörten Zustande wieder angetroffen. Die Wirkungen der Salze erstreckten sich jedoch nur darauf, einen Theil des Eisens aufzulösen, während ein anderer Theil Eisen in Verbindung mit der Kohle zurückblieb. War das Roheisen von grauer Beschaffenheit, so blieb mit dem Kohleeisen auch der Graphit zurück. Das Eisen erleidet dabei fast dieselben Veränderungen, als wenn es mit sehr stark verdünnten Säuren lange Zeit stehen bleibt. Man schreibt jene Verände-

rungen gewöhnlich der Einwirkung der Kohlensäure zu, welches indeß nicht erwiesen ist. Mit größerer Wahrscheinlichkeit läßt sich annehmen, daß die salz- und schwefelsauren Salze im Meerwasser durch das Eisen zersetzt werden. Das zurückbleibende Kohleeisen (nicht der Graphit) besitzt die merkwürdige Eigenschaft, sich beim Trockenwerden an der Luft, wahrscheinlich durch Wasserzersetzung, stark zu erhitzen und sogar glühend zu werden, wie es auch bei dem Rückstand der Fall ist, welchen das mit schwachen Säuren längere Zeit behandelte Roheisen hinterläßt. — Auch in reinem Wasser kann das Roheisen, durch die Länge der Zeit, in eine scheinbar graphitische Masse verwandelt werden; alsdann ist es aber die Kohlensäure, welche aus der Luft an das Wasser tritt und eine Oxydirung eines Theils des Eisens bewirkt. Diese Umänderung erfolgt höchst langsam und ist, wegen des sich zugleich mit absetzenden Eisenrostes, nicht von den auffallenden Erscheinungen begleitet, welche das durch Meerwasser oder durch schwache Säuren gebildete Kohleeisen darbietet.

Rinman; a. a. O. II. 512. — Macculloch, über den Graphit im Roheisen; Archiv u. s. f. VIII. 43. u. f.

§. 296.

Wenn kohlensaure Neutral- und Mittelsalze mit Eisen geschmolzen werden, so daß der Grundlage des Salzes Gelegenheit gegeben wird, sich zu verschlacken; so soll nach Clouet's Versuchen (§. 171.) das Eisen in Stahl umgeändert werden. Ein großer Theil des Eisens soll dabei oxydirt und mit der Grundlage des kohlensauren Salzes verschlackt werden. Es soll die Kohlensäure in Sauerstoff und Kohlenstoff zerlegt, der erstere mit dem Eisen zu Oxydul und demnächst zur Schlacke verbunden, der letztere aber mit einem anderen Theile Eisen zu Stahl vereinigt

werden. Eine Revision dieser Versuche und eine gründliche Prüfung der erhaltenen Produkte haben die Herren Mushet und Boussingault vorgenommen, und gezeigt, daß keine Verbindung des Eisens mit Kohle, — wie sich wohl erwarten ließ, — statt findet, sondern daß die Härte, welche das Eisen bei diesem Schmelzen mit kohlensaurem Kalk in Thontiegeln annimmt, die Folge eines Siliciumgehaltes ist, welches das Eisen aus der Tiegelmasse aufnimmt.

Mushet; in den im §. 171. angezeigten Abhandlungen. — Boussingault, über den Siliciumgehalt des Stahls. Archiv u. s. f. V. 165. u. f.

§. 297.

Wenn Roheisen statt des Stabeisens mit feuerbeständigen kohlensauren Neutralsalzen, oder mit kohlensaurem Kalk, oder mit kohlensaurer Bittererde in Tiegeln geschmolzen wird, so ist der Erfolg die Bildung eines stahlartigen Eisens, welches vollkommen geschmeidig, und dehnbar ist. Ganz frei von Kohle ist das Roheisen indeß durch diese Behandlung mit kohlensauren Verbindungen nicht leicht zu erhalten. Das vollkommenste Spiegelroheisen läßt sich auf diese Art sehr schnell in Stahl verwandeln. Kalcium nimmt das Eisen dabei nicht auf, auch nicht die Metalle der Alkalien, zum Beweis, daß die Verminderung des Kohlegehaltes im Roheisen vorzüglich auf die Weise geschieht, (§. 253.) daß die Kohlensäure in den Neutralsalzen und in dem kohlensauren Kalk sich mit der Kohle im Roheisen zu Kohlenoxydgas verbindet. Dieser Erfolg dient zugleich zur vollständigsten Widerlegung der Clouetschen Hypothese.

Schmelzt man Phosphor haltendes Roheisen mit kohlensaurer Kalkerde und lößt man die Kalkerde in Essigsäure auf, so findet sich in derselben keine Phosphorsäure. Wen-

det man aber kohlensaures Kali oder Natron, statt des kohlensauren Kalkes an; so bedarf es nicht einmal der Schmelzhitze, sondern nur einer rothen Glühhitze, um den Phosphor in Phosphorsäure umzuändern. Wird nämlich das geschmolzene oder mit dem Roheisen auch nur geglühete Alkali im Wasser aufgelößt, die alkalische Auflösung mit Essigsäure übersättigt und mit essigsaurem Bleioxyd versetzt, so schlägt sich sogleich phosphorsaures Bleioxyd nieder. Dies ist zugleich ein einfaches Mittel, um sich von dem Phosphorgehalt eines Roheisens zu überzeugen.

§. 298.

Die schwefelsauren Neutral- und Mittelsalze werden durch das reguliniſche Eisen auf dem nassen Wege schwerlich zersetzt, indeß könnte eine gegenseitige Einwirkung doch wohl statt finden, wenn das Eisen Gelegenheit hat, sich zu oxydiren. Was bei dieser langsamen Zerstörung des Eisens eigentlich vorgeht, ist noch nicht ausgemittelt (§. 296.). — Auf dem trocknen Wege bewirkt das Eisen aber wirklich eine Zersetzung der Schwefelsäure. Nach Fourcroy soll sich dabei aber nicht bloß schwefligte Säure bilden, welche als solche entweicht, sondern ein Theil Schwefelsäure soll zu Schwefel reducirt werden, der sich mit der alkalischen oder erdigen Grundlage des Salzes zur Schwefelleber verbindet, welche den im Ueberschuß zugesetzten und nicht oxydirten Antheil Eisen auflößt, und sich mit demselben, so wie mit dem oxydirten Eisen, verschlackt. In der Temperatur der Glühhitze würde der Schwefel neben dem Eisenoxyd nicht bestehen können, wenn er nicht an die Grundlage des Alkali oder der Erde gebunden wäre und dadurch gegen die Einwirkung des Eisenoxyds geschützt würde. Das Resultat der Schmelzuug ist also eine schwefelhaltige alkalische oder erdige Eisenschlacke. — Ob indeß

bei dem Zusammenschmelzen von Eisen mit schwefelsauren Neutral- und Mittelsalzen wirklich schwefligte Säure gebildet wird, ist noch sehr problematisch. Wendet man so viel Eisen an, daß noch etwas unzerlegt bleibt, so bildet sich ein Sulphuret mit erdiger oder alkalischer Basis, welches einen Theil des sich bildenden Schwefeleisens aufnimmt. Dies Doppelschwefelsalz läßt sich in Säuren nicht auflösen, ohne Schwefel zu hinterlassen, zum Beweise, daß sowohl ein Theil des Alkali oder der Erde, als auch ein großer Theil Eisen bei diesem Schmelzprozeß oxydirt und verschlackt werden. — Roheisen bewirkt die Reduktion der schwefelsauren Salze schneller als Stabeisen.

§. 299.

Die salpetersauren Neutral- und Mittelsalze verhalten sich gegen das reguliniſche Eisen auf dem nassen Wege wahrscheinlich eben so wie die schwefelsauren. — Auf dem trocknen Wege entsteht ein lebhaftes Verpuffen, wobei die Basis des Salzes kaustisch, und das Eisen oxydirt wird. Wenn das Eisen Kohle enthält, so entweicht zugleich Kohlensäure. Man hat von diesem Verhalten des Kohle haltenden Eisens zum Salpeter Gebrauch gemacht, um den Kohlegehalt des Eisens zu bestimmen, indem man das zum feinsten Pulver zerstoßene und durchgebeutelte Roheisen, mit der zehnfachen Menge gepulvertem Salpeter vermengte und das Gemenge in einer Porzellan-Retorte bis zum Glühen erhitzte. Zu Anfange der Operation wird salpetrigsaures Kali gebildet und das sich gleichfalls bildende kohlensaure Gas muß sorgfältig durch Kalkwasser geleitet werden, um aus der Menge des sich niederschlagenden kohlensauren Kalkes die Menge der Kohlensäure aus der Kohle berechnen zu können. Beim Fortgange des Prozesses wird aber das Kali ätzend und es entweicht dann

keine Kohlensäure mehr, sondern diese verbindet sich, so wie sie entsteht, mit dem Kalk, so daß der Rückstand in der Retorte, nach Beendigung der Operation, mit Wasser ausgelaugt nnd die filtrirte Auflösung mit salzsaurem Kalk niedergeschlagen werden muß, um auch hier aus der Menge des kohlensauren Kalkes die Quantität der Kohle bestimmen zu können. — 100 Theile kohlensaurer Kalk zeigen 11,9 Kohle an. — Dies Verfahren ist jedoch sehr mangelhaft, theils weil sich nicht beurtheilen läßt, ob die Zersetzung vollständig erfolgt ist, theils weil ein Theil der Kohlensäure bei den eintretenden Verpuffungen leicht entweicht, ohne vom Kalkwasser absorbirt zu werden, selbst wenn das Gas durch mehrere Flaschen geleitet wird. (Zwelfers Eisensafran. Crocus martis Zwelferi).

Berzelius; Afhandlingar i Physik, Kemi och Mineralogi. III. 128. etc.

§. 300.

Auch die salzsauren Neutral- und Mittelsalze verhalten sich auf dem nassen Wege wahrscheinlich eben so wie die schwefelsauren gegen das Eisen. — Die mit Chlor verbundenen Basen der Alkalien und Erden scheinen auf dem trocknen Wege ohne Einfluß auf das Eisen zu seyn. Ich habe in Oberschlesien auch Frischversuche mit Zusatz von Kochsalz anstellen lassen, wobei sich die Säure in dicken, erstickenden Dämpfen entwickelte, ohne der Beschaffenheit des Eisens im geringsten nachtheilig zu seyn. Dem Geruch nach war die entweichende Säure aber gemeine Salzsäure, obgleich die Flamme eine ganz eigenthümliche, schwefelgelbe und bläulichgelbe Farbe hatte, und nicht ätherisch, sondern fett und schwer zu seyn schien, weshalb sie sich kaum erheben wollte.

Unter den eigentlichen Chlormetallen, welche von dem Eisen zersetzt und reguliniſch dargestellt werden, iſt das Verhalten des im Waſſer ganz unauflöslichen Chlorſilbers mit Eisen am intereſſanteſten, weil daſſelbe ebenfalls ein Mittel gewährt, nicht bloß den Kohlegehalt des Eisens mit ziemlicher Genauigkeit auszumitteln, ſondern auch allenfalls den Zuſtand zu beurtheilen, in welchem ſich die Kohle mit dem Eisen verbunden befand. Das Hornſilber muß im geſchmolzenen Zuſtande angewendet werden und eine gelblichweiße, höchſtens wachsgelbe Farbe haben. Der Zerſetzungsprozeß wird in verſchloſſenen Gefäßen mit vielem ausgekochten Waſſer und mit einem Zuſatz von einigen Tropfen Salzſäure vorgenommen. Die zurück bleibende Kohle ſcheint aber auch bei dieſem Prozeß ſchon eine Veränderung zu erleiden, wie aus den bei der Zerſetzung ſich entwickelnden Gasblaſen und aus der Beſchaffenheit der Kohle ſelbſt hervorgeht, welche kein metalliſches Anſehen beſitzt und ſich in der Glühhitze leicht und ſchnell verbrennen läßt.

§. 301.

Die weichen Eiſenarten hinterlaſſen, beim Zerſetzen durch Hornſilber, ſchwarzbraune, unmagnetiſche Kohle und eine graphitiſche Maſſe, ganz derjenigen ähnlich, welche durch Behandlung mit Säuren erhalten wird. Mit der Zeit verwandelt ſich aber auch dieſe graphitiſche Maſſe durch Hornſilber in ſchwarzbraune Kohle, ſo daß die Anwendung des Hornſilbers ebenfalls kein Mittel gewährt, das Polykarburet (§. 220.) rein und ohne eine bereits erlittene Zerſetzung darzuſtellen. Zwar läßt ſich das Karburet durch Hornſilber in größerer Menge und vielleicht in größerer Reinheit als durch Auflöſen in Säuren erhalten; allein es fehlt an einem ſicheren Merk-

mal,

mal, woraus sich beurtheilen ließe, ob die Zersetzung weit genug oder schon zu weit vorgeschritten ist.

Das graue Roheisen läßt, außer dem Karburet, oder der graphitischen Masse, auch noch das ungebundene Kohlenmetall im Zustande des Graphites zurück. — Die harten Eisenarten geben bloß schwarzbraune Kohle, wenn die Zersetzung vollständig erfolgt ist. Aber der Prozeß schreitet bei den harten Eisenarten ungemein langsam fort, indem sich eine Kohlenrinde bildet, welche den noch unzersetzten Eisenkern umgiebt. Deshalb sowohl, als auch um die Menge der gebundenen Kohle in dem zu zersetzenden Roheisen möglichst zu vermindern, und die aus den Veränderungen, welche die gebundene Kohle erleidet, entspringenden Irrthümer, bei den quantitativen Bestimmungen des Kohlegehaltes, so viel als möglich zu beseitigen; ist es vorzuziehen, das harte Roheisen, — welches nur gebundene Kohle enthält, — durch Schmelzen in verschlossenen Thontiegeln und durch höchst langsames Erkalten, in weiches, graues Roheisen zu verwandeln und dieses durch Hornsilber zu zersetzen. — Bei dem harten Stahl läßt sich dies Mittel zwar auch anwenden, allein mit einem weit weniger vollständigen Erfolge, weil die gebundene Kohle nur sämmtlich in Polykarburet verwandelt wird, indem sich kein Kohlenmetall als Graphit ausscheidet. — Zu solchen Versuchen lassen sich nicht füglich mehr als 12 bis 15 Gran Roheisen (etwa 1 Gramm) anwenden, welche 80 bis 100 Gr. Hornsilber zum Zersetzen erfordern. Der Prozeß ist nach Verlauf von 12 bis 14 Tagen (bei Stabeisen und weichem Stahl früher) beendigt.

Die Rückstände, welche von dem reducirten regulinischen Silber nur anf mechanische Weise getrennt werden können, müssen nach dem Aussüßen längere Zeit in einer die Wassersiedhitze fast erreichenden Temperatur getrocknet

und dann gewogen werden. Sie sind fast niemals frei von Eisen und Kieselerde. Deshalb müssen sie, nachdem sie gewogen sind, im offenen Platinatiegel verbrannt und so lange calcinirt werden, bis der Rückstand, wenn ein solcher vorhanden ist, sein Ansehen nicht mehr verändert und nicht mehr vom Magnet gezogen wird. Der Eisenoxydgehalt dieses, ebenfalls gewogenem Rückstandes, wird durch Salzsäure weggenommen und die Menge durch das Gewicht der zurück bleibenden Kieselerde bestimmt, wobei das gefundene Gewicht des Eisenoxyds auf metallisches Eisen reducirt wird, wogegen die Kieselerde als Oxyd in Rechnung kommt, indem wohl angenommen werden darf, daß das Silicium durch das Hornsilber vollständig in Kieselerde umgeändert seyn werde.

Bei den grauen Roheisenarten ist es nothwendig, die Menge der ungebundenem Kohle (Graphit) und der gebundeneu Kohle anzugeben. Weil die Rückstände, aus den eben angegebenen Ursachen, verbrannt werden wüssen, so läßt sich die erforderliche Ausmittelung der Menge des ungebundenen Kohlenmetalles am besten durch Auflösen einer anderen Quantität Roheisen in Salpetersäure, welcher demnächst etwas Salzsäure hinzugefügt wird, bewerkstelligen. Der Rückstand wird von der durch die Säure zersetzten Kohle, die sich im gebundenen Zustande in dem grauen Roheisen befand, so wie von der etwa vorhandenen Kieselerde, durch Aetzkali befreiet und nach dem Aussüßen getrocknet und gewogen. Das Gewicht giebt die Menge des ungebundenen Kohlenmetalles (Graphit) an, woraus, durch Abzug von dem beim Zersetzen des Hornsilbers gefundenen Gewicht des ganzen Kohlegehaltes, die Menge der gebundenen Kohle gefunden wird. Durch die Anwendung von Salzsäure würde zwar alle gebundene Kohle unmittelbar entfernt werden können; es ist aber nicht rathsam, sich der-

selben zu bedienen, weil das Wasserstoffgas immer etwas Graphit mechanisch mit fortreißt.

Die Zersetzung des Hornsilbers durch graues Roheisen und durch weichen (nicht gehärteten) Stahl, gewährt daher wohl ein Mittel, die Menge der gebundenen Kohle mit ziemlicher Genauigkeit zu bestimmen, aber kein Mittel, die Zusammensetzung des Polykarburet mit Zuverlässigkeit zu erforschen. Der weiche (nicht gehärtete) Stahl, scheint nur Polykarburet und keine mit der ganzen Masse des Eisens verbundene Kohle zu enthalten. Dies scheint auch der Fall zu seyn, bei dem, durch anhaltendes Glühen vollständig in graues, weiches Roheisen umgeänderten weißen Roheisen, welches, eben so wie der weiche (nicht gehärtete Stahl) nur Polykarburet enthält. Aber es giebt graues Roheisen, — wohin besonders einige Arten von halbirtem Roheisen gehören, — welche außer dem Graphit, noch ein Polykarburet und außerdem Kohle enthalten, welche mit der ganzen übrigen Masse des Eisens verbunden ist. — Das weiße harte Roheisen und der gehärtete Stahl enthalten dagegen weder Graphit, noch ein Polykarburet, sondern der ganze Kohlegehalt ist an die Masse des Eisens gebunden. — Bei allem Kohleeisen, welches die Kohle in einem zweifach gebundenen Zustande, nämlich theils als Polykarburet, theils mit der ganzen Masse des Eisens verbunden enthält, ist es bis jetzt noch nicht möglich, die quantitativen Verhältnisse beider Verbindungszustände anzugeben, sondern es muß nur aus den Erscheinungen beim Auflösen geschlossen werden, in welchem Zustande die Kohle mit dem Eisen verbunden war.

§. 302.

Die vegetabilischen Säuren wirken, in der Glühhitze, wie gewöhnliche Kohle auf das Eisen, weil sie sämmtlich verkohlt werden.

§. 303.

Die Wirkung der phosphorsauren Neutral- und Mittelsalze auf das Eisen auf dem nassen Wege mag wohl mit der der schwefelsauren Salze (§. 298) übereinstimmend seyn. Auf dem trocknen Wege dürfte das reine Eisen diese Salze minder leicht als die schwefelsauren zersetzen. Wenn aber Kohle hinzutritt, oder wenn das Eisen selbst Kohle enthält, so müßte die Phosphorsäure zum Theil zu Phosphor reducirt werden, wenn nach dem gewöhnlichen Verwandtschaftserfolge geschlossen werden dürfte. Ein solcher Erfolg tritt auch wahrscheinlich bei den phosphorsauren Mittelsalzen wirklich ein; aber bei den phosphorsauren Neutralsalzen wird dies deshalb zweifelhaft, weil sich beim Glühen und Schmelzen des Phosphor haltenden Roheisens, phosphorsaures Alkali bildet (§. 297), welches also durch die Kohle des Roheisens nicht wieder zu Phosphor reducirt werden konnte.

§. 304.

Die arsenikſauren Neutral- und Mittelsalze werden in der Glühhitze durch das Eisen zerlegt, indem es sich des Sauerstoffs der Säure theilweise bemächtigt, sich verschlackt und die Arsenikſäure zu weißem Arsenik umändert, welcher sich verflüchtigt. Etwas Arsenik scheint mit dem im Uebermaaß vorhandenen Eisen, und ein anderer Theil als Arsenikoxyd mit dem oxydirten Eisen in Verbindung zu treten.

Eisenoxyd und andere Körper.

§. 305.

Das Verhalten des oxydirten Eisens mit Kohle in der Glühhitze ist sehr bekannt. Dieser Körper kann dem

Eisen den Sauerstoff in der Hitze entziehen und es reduciren. Die Kohle ist das Reduktionsmittel, welches zur Darstellung des Eisens aus seinen Erzen, sowohl bei kleinen Proben, als auch im Großen angewendet wird. Wenn es möglich wäre, das Reduktionsmittel genau in der Quantität zuzusetzen, welche zur völligen Entfernung des Sauerstoffs aus dem Eisenoxyd erforderlich ist; so würde das Resultat reines Eisen seyn müssen. Wäre von dem Reduktionsmittel weniger vorhanden, so würde man reines Eisen und unzersetztes Oxyd zum Resultat erhalten Clouet's Versuche, nach welchen aus Stahl und Eisenoxyd geschmeidiges weiches Eisen erhalten wird, beweisen, daß der wirkliche Erfolg mit der Theorie übereinstimmt. Auch ist das Zusammenschmelzen von Stahl, oder von Roheisen mit Eisenoxyden, das einzige Mittel, ein von Kohle ganz befreites Eisen zu erhalten, welches die oben (§. 134) erwähnten Eigenschaften besitzt. — Weil man aber in allen Fällen, wo man eine Reduktion des Eisenoxyds beabsichtigt, das Reduktionsmittel immer im Uebermaaß anwendet; so ist es sehr natürlich, daß das Resultat niemals reines Eisen seyn kann, sondern daß es kohlehaltiges Eisen seyn muß.

§. 306.

Die Reduktion der Eisenoxyde durch Kohle erfolgt schon in einer schwachen Rothglühhitze. Das Eisenoxyd wird zuerst in ein magnetisches-Oxydul (ob in dasjenige, wie es in dem Magnet-Eisenstein vorkommt, oder in dasjenige, welches den Glühspan, in seinem noch nicht veränderten Zustande bildet, ist nicht bekannt) umgeändert, überspringt also den Zustand des Oxyduls und tritt sogleich aus dem des Oxydul-Oxyds in den metallischen. Der Grund dieses Verhaltens liegt darin, daß das Oxydul für sich, und ohne Verbindung mit anderen Körpern, nicht bestehen kann. Die

auf der Oberfläche eines Stückes Eisenoxyd eingeleitete Reduktion pflanzt sich bis zum Mittelpunkt desselben fort. Daher wird ein Stück Eisenerz im Schmelzofen, ungleich früher als die Schmelzung eintritt, vollständig in regulinisches Eisen umgeändert, ohne einmal seine äußere Gestalt zu verändern. Die Wirkung der Kohle, dieses höchst feuerbeständigen und äußerst strengflüssigen Körpers, erstreckt sich also auf eine unbegreifliche Weise bis zum Mittelpunkt der oxydirten Masse, gerade so, wie bei der Reduktion eines mit Säure verbundenen Metalloxydes auf dem nassen Wege, das reducirte Metall selbst die Reduktion vollendet, wenn es vermittelst eines Leiters mit dem niederschlagenden Metall in Verbindung steht. Hier ist das Wasser, und dort die Wärme der Leiter, oder das verbindende Glied, welches eine unmittelbare Berührung des zu reducirenden Körpers mit dem Reduktionsmittel unnöthig macht. So lange der innerste Kern eines Eisenoxyds noch keine Veränderung erlitten hat, bestehen die äußeren Schichten des zu reducirenden Stückes noch aus Oxydul-Oxyd. Pflanzt sich aber der Einfluß der Kohle bis zum Mittelpunkt fort, so haben die äußeren Schichten schon allen Sauerstoff verloren und stellen ein reines, kohlefreies Eisen dar. Haben auch die den innersten Kern bildenden Schichten allen Sauerstoff verloren, so sind die äußersten Schichten nicht mehr reines Eisen, sondern sie haben schon Kohle aufgenommen. Dabei kann aber das reducirte Metall die äußere Gestalt und den Umfang behalten, die es im oxydirten Zustande besaß, und erst alsdann, wenn die Temperatur sehr bedeutend erhöhet wird, treten die reducirten Theilchen näher zusammen und vereinigen sich zuletzt zu einem Regulus, der bald die Eigenschaften des Gußstahls, bald die des weißen, oder des grauen Roheisens besitzt.

Berthier über die Cementation des Eisenoxyds mit Kohle; im Archiv f. Bergbau IX. 513 u. f.

§. 307.

Schwefel ist ebenfalls ein Reduktionsmittel für das Eisenoxyd; allein wegen der großen Verwandtschaft desselben zum Eisen ist es sehr schwierig, reines Eisen durch die Reduktion seines Oxyds vermittelst des Schwefels zu erhalten. Durch mehrmalige Destillation des Schwefels über Eisenoxydul oder Eisenoxyd, wobei die Hitze aber bis zum Rothglühen vorstärkt werden muß, entsteht Schwefeleisen, welches die Zusammensetzung des Magnetkieses zeigt. Wird gleich anfänglich eine zu starke Hitze gegeben, so verflüchtigt sich der Schwefel, und es bleibt blos oxydirtes Eisen zurück. Nach den verschiedenen Graden der Hitze kann das Resultat auch ein Gemenge des bereits gebildeten Schwefeleisens mit verschlacktem Eisen in sehr abweichenden Verhältnissen beider Substanzen seyn. Es scheint nämlich, daß Schwefeleisen und Eisenoxyd in den niedrigeren Graden der Glühhitze noch keine Wirkung auf einander äußern, sondern daß sie sich gemeinschaftlich verschlacken. Erst in den höchsten Graden des Glühens, wobei die Masse flüssig wird, scheinen Schwefeleisen und Eisenoxyduloxyd auf einander zu wirken und reines Eisen zu bilden.

Wenn man Eisenoxyd (nicht Oxydul) mit Schwefel zusammen reibt, und das Gemenge in schwacher Hitze (so daß kein Schwefeleisen entstehen kann) so lange erhitzt, bis keine schwefligte Säure mehr übergeht; so erhält man nach Berzelius eine Verbindung, welche ein kastanienbraunes, dem Magnet folgsames, sehr entzündliches Pulver bildet, und sich nur sehr schwer, und nach langem Digeriren und Concentriren, in Säuren auflößt, wobei sich kein Schwefelwasserstoff entbindet, indem der Schwefel unaufgelößt

zurückbleibt und nur das Oxydul von der Säure aufgenommen wird. Die Natur dieser Verbindung ist noch nicht bekannt.

Wird rothes Eisenoxyd bis zum Rothglühen in einer Glasröhre erhitzt und Schwefelalkohol durchgetrieben, so entsteht, nach Berzelius und Marcet, Schwefeleisen, und es findet eine Entbindung von schwefligsaurem Gas und kohlensaurem Gas statt. — Von den verschiedenen Verbindungen des Eisens mit Schwefel, welche sich durch die Reduktion der Eisenoxyde vermittelst des Schwefelwasserstoffgases in verschiedenen Temperaturen darstellen lassen, ist schon vorhin (§.§. 185. 187) die Rede gewesen.

Berzelius, in Gilbert's Neuen Ann. d. Phys. XVIII. 178. — Berzelius und Marcet, Ebendas. 144. 148 f.

§. 308.

Phosphor zeigt, wegen der Feuerbeständigkeit seiner Säure, ein anderes Verhalten, indem sich Phosphorsäure bildet, welche sich mit einem Theil des Oxyds verbindet, während das reducirte Eisen mit einem anderen Theile Phosphor zu Phosphoreisen in Verbindung tritt. Ist die Quantität Phosphor im Verhältniß zum Sauerstoff des Oxyds sehr groß, so wird phosphorsaures Eisen und Phosphoreisen entstehen, weil die feuerbeständige Säure nicht entfernt, folglich immer nur ein Theil Eisen reducirt werden kann, welcher mit dem Phosphor in Verbindung tritt. Wäre aber auch das Verhältniß des Phosphor zum Oxyd nur sehr gering, so würde auch dann Phosphoreisen entstehen müssen, weil sich Eisen und Phosphor in dem Verhältniß im Sauerstoff theilen, welches zur Darstellung des phosphorsauren Eisens nöthig ist. Es ist daher, nach Analogie mit dem Verhalten des Schwefels zu schließen, nicht möglich, daß reines metallisches Eisen durch die Re-

duktion des Oxyduls durch Phosphor hervorgebracht werden kann, und zwar um so weniger, als die Phosphorsäure nicht entweichen kann, sondern mit dem Eisenoxydul verbunden bleibt. Daraus würde indeß noch nicht nothwendig folgen, daß Phosphoreisen (in so fern es sich in solchem Zustande befindet, daß es beim Glühen nicht von selbst Phosphor entläßt) und Eisenoxyd keine Wirkung auf einander haben, oder daß der mit Eisen verbundene Phosphor die Reduktion des Eisenoxyds gar nicht zu bewirken vermögte; sondern es folgt nur daraus, daß auch bei einem überaus großen Verhältniß des Eisenoxyds zum Phosphoreisen nicht aller Phosphor in Säure verwandelt werden kann, und daß immer ein Theil mit dem Eisen zu Phosphoreisen verbunden znrückbleiben muß. Ueber die gegenseitige Einwirkung des Phosphoreisens nnd des Eisenoxyds sind jedoch noch keine Versuche angestellt worden und es muß daher noch unentschieden bleiben, ob beide Körper wirklich auf einander wirken, welches, wenn es wirklich der Fall seyn sollte, wahrscheinlich nur in sehr hohen Temperaturen geschieht.

§. 309.

Bei der Kohle können die Erscheinungen deshalb ganz anders seyn, weil die neu entstehende Verbindung der Kohle mit dem Sauerstoff des Eisenoxyds flüchtig ist, und gleich nach ihrer Entstehung aus dem Wirkungskreise entfernt wird. Bei einem geringen Verhältniß des Reduktionsmittels zum Eisenoxyd wird sich also das erstere gänzlich verflüchtigen, und es werden reines Eisen und Eisenoxyd entstehen. Eben deshalb kann auch das Kohle enthaltende Eisen, durch Zusammenschmelzen mit Eisenoxyd, in so ferne das Verhältniß des letzteren nur groß genug ist, von aller Kohle vollständig befreit werden. — Ein gleicher Erfolg

wird eintreten, wenn statt des Kohleeisens, das Schwefeleisen der Einwirkung der Eisenoxyde ausgesetzt wird, nur daß die Temperatur dabei bedeutend hoch seyn muß. Die Eisenoxyde werden sich folglich auch durch Schwefel, ohne Rückhalt von Schwefeleisen, zu reinem Eisen reduciren, wenn das Verhältniß des Oxydes so überwiegend ist, daß nach vollbrachter Schmelzung noch ein Theil Eisenoxyd im unzersetzten Zustande übrig bleibt. Bei den gewöhnlichen Eisenproben und beim Verschmelzen der Eisenerze im Großen, wird sich niemals reines Eisen bilden können, weil das Reduktionsmittel im Uebermaaß vorhanden ist; wenn es aber geschieht, so liegen der Erscheinung besondere Ursachen zum Grunde. Eben so muß auch bei der Reduktion der Eisenoxyde durch Kohle, die Verbindung des Eisens mit Kohle (das weiße Roheisen) erst gebildet seyn, ehe die Verbindung des mit einem geringen Antheil Kohle vereinigt bleibenden Eisens mit Graphit (das graue Roheisen) entstehen kann; denn diese letztere Verbindung ist offenbar eine aus der ersteren abgeleitete, welche nur unter gewissen Umständen aus ihr entstehen kann.

§. 310.

Eine Verbindung der Metalloxyde mit reguliniſchen Metallen findet, so weit die jetzigen Erfahrungen reichen, nicht statt, folglich auch nicht bei den Eisenoxyden. Dagegen verbinden sich die metalliſchen Oxyde mit anderen oxydirten Körpern, in der Schmelzhitze, zu glasartigen Körpern, oder zu Schlacken. Die Schlacken enthalten zuweilen Verbindungen von metalliſchen Substraten (Erdbasen) mit Schwefel. Diese Sulphurete kommen indeß immer nur in sehr geringer Menge in den Schlacken vor, obgleich es nicht minder merkwürdig bleibt, daß sie neben den oxydirten Gemiſchen bestehen können, ohne zersetzt zu werden.

Aehnliche Verbindungen von Sulphureten mit oxydirten Körpern sind zwar nicht unbekannt, aber sie pflegen nur bei den Oxyden und den Schwefelverbindungen eines und desselben Metalles vorzukommen. — Die durchsichtigste bekannte Schlacke, ist die aus der Verbindung der Kieselerde mit Kali oder Natron entstandene, oder das sogenannte Glas. Das Eisenoxyd theilt dem Glase sehr verschiedene Farben mit; gewöhnlich eine schmutzig-grüne, welche bei zunehmendem Verhältniß des Eisenoxyds immer dunkler wird und zuletzt ein völlig schwarzes Ansehen bekommt. Das Eisenoxyd färbt das Glas nur gelblich; das Oxydul besitzt eine ungleich stärkere färbende Eigenschaft. Um daher dem gewöhnlichen Glase die dunkleren Farben zu entziehen, bedient man sich eines Zusatzes von Braunstein, wodurch das Oxydul in Eisenoxyd und des Manganoxyd in Oxydul umgeändert werden, in welchem Zustande beide Oxyde das Glas am wenigsten färben. Schlacken oder Gläser die Eisenoxyd enthalten sollen, müssen vor dem Zutritt von Kohle sehr sorgfältig verwahrt werden, weil das Eisenoxyd in hohen Hitzgraden, und vorzüglich beim Zutritt von Kohle, sehr geneigt ist, sich in Eisenoxydul umzuändern. — Je größer das Verhältniß des Eisenoxyds wird, desto leichtflüssiger wird das Glas oder die Schlacke. Man wendet das Eisenoxyd in vielen Fällen absichtlich an, um gefärbte Glasflüsse und Glasuren, vorzüglich schwarze, rothe, gelbe und grüne Farben darzustellen, wobei man indeß das Eisenoxyd fast immer in Verbindung mit anderen Metalloxyden gebrauchen muß.

Rinman a. a. a. O. II. 235 u. f. 282 u. f. 300 u. f. 316 u. f. 330 u. f. — Kastner's deutsch. Gewerbsfreund, S. 62.

§. 311.

Wie sich das Eisenoxyd, in der Schmelzhitze, zu den Oxyden der übrigen Metalle überhaupt, und in verschie-

denen Verhältnissen zu denselben insbesondere verhält, darüber fehlt es noch gänzlich an Versuchen und Erfahrungen. Man weiß nur, daß das Eisenoxyd sich sowohl mit den übrigen metallischen Oxyden, als mit den Alkalien und Erden in der Schmelzhitze verschlackt, aber die Eigenthümlichkeiten dieser verschiedenen Verbindungen sind nicht bekannt.

Ueber die Verbindung des Eisenoxyds mit den Erden haben die Herren Achard, Kirwan und Lampadius, und die beiden Letzteren auch über die Verbindung des Eisenoxyds mit anderen Metalloxyden einige Versuche angestellt. Aus diesen Versuchen schien hervorzugehen, daß zur völligen Verschlackuug oder Verglasung der Oxyde eine um so größere Hitze gehöre, je größer das Verhältniß der Erden ist; daß die reinen Erden die einzigen Oxyde wären, welche sich für sich allein gar nicht verschlacken, sondern sich nur hart brennen; daß auch in zweifachen Verhältnissen keine wirkliche Verschlackung statt finde, und daß nur dann, wenn drei Erden der heftigsten Schmelzhitze ausgesetzt werden, in der Regel eine glasartige Masse gebildet werde.

Achard in den Mém. de l'acad. de Berlin, A. 1779. 1780. u. 1784. — Lampadius Allgemeine Hüttenkunde, I. 130 u. f. — Kirwan Anfangsgr. d. Mineralogie, 2te Ausgabe. A. d. Engl. v. Crell. 1796. I. 68 u. f. (zusammengetragen in Tiemann's Eisenhüttenkunde, 196 u. f.)

§. 312.

Die Kenntniß von den Verbindungen der oxydirten Körper in der Schmelzhitze zu Gläsern oder zu Schlacken, hat durch Hn. Berzelius das erste Licht erhalten. Es treten bei diesen Verbindungen fast dieselben Verhältnisse ein, wie bei den Vereinigungen der oxydirten Körper auf dem nassen Wege. Je größer die Unterschiede des elek-

trischen Verhaltens der Oxyde sind, desto mehr wird die Verbindung befördert, indem alsdann das eine Oxyd die Rolle der Säure übernimmt, während die anderen sich mehr basisch verhalten. Die Kieselerde ist aber dasjenige Oxyd, welches nicht bloß bei sehr vielen in der Natnr vorkommenden Mineralkörpern, sondern auch bei den Gläsern und Schlackenverbindungen als Säure auftritt. Diese Ansicht hat zu unerwarteten Aufschlüssen geführt und besonders auch Veranlassung geben, die Schlackenbildungen von einer ganz anderen Seite zu beurtheilen, als es vorher geschehen ist.

Bei allen hüttenmännischen Operationen, bei welchen Schlacken gebildet werden, entstehen in der Regel eigenthümliche Silikate, die sich mehr oder weniger vollständig ausbilden. In manchen Fällen wird es ausführbar seyn, den Erfolg des Prozesses zu verbessern, wenn man die Zusammensetzung der Schlacke nach theoretischen Grundsätzen abzuändern bemüht ist. Diese Bestrebungen haben indeß auch eine gewisse Gränze, und man darf nicht zu viel davon erwarten, weil die Beschaffenheit der Temperatur, in welche die Operation vorgenommen wird, es nur in den wenigsten Fällen gestattet, eine nach theoretischen Regeln gebildete Schlacke zu erzeugen. Schlacken, bei welchen das Verhältniß der Basen (Erden, oder Metalloxyde) zur Säure (Kieselerde) den chemischen Mischungsgewichten genau, oder fast genau entspricht, werden höchst selten und fast nur ausnahmsweise erzeugt, und es wird nur selten der Fall eintreten, wo sich behaupten ließe, daß der Prozeß durch eine Abänderung in der Zusammensetzung der Schlacke, durch welche ein solches Mischungsverhältniß genau erreicht wird, wirklich verbessert werden würde. Dennoch bleibt es aber höchst wichtig, den wahren Vorgang bei der Schlackenbildung zu kennen, indem es bei einer genaueren Kenntniß von dem Verhalten der Silikate in Zukunft vielleicht ein-

mal möglich wird, daß die Theorie der Praxis auch in dieser Hinsicht förderlich wird, wovon sie jetzt noch sehr weit entfernt ist.

Ueber die Beschaffenheit der Schlacken, welche sich bei den verschiedenen Eisenhüttenprozessen bilden, wird bei der speciellen Betrachtung derselben näher die Rede seyn. Silikate aus Kieselerde und einer Basis kommen nur höchst selten vor; in der Regel entstehen Silikate mit wenigstens zwei Basen, und häufig sind die Schlacken ungemein zusammengesetzt.

Silikate des Eisenoxyds kommen bei den Eisenhüttenprozessen gar nicht vor, weil die Kohle dabei niemals ausgeschlossen wird. Die Eisenoxyd-Silikate als Produkte künstlicher Zusammensetzung, sind noch ganz unbekannt. Das Eisenoxydul-Silikat ist um so strengflüssiger, je mehr das Verhältniß der Kieselerde abnimmt. Einen hohen Grad von Leichtflüssigkeit besitzen das Eisenoxydul-Silikat und das Eisenoxydul-Bisilikat. Letzteres erfordert jedoch schon eine stärkere Hitze, um flüssig zu werden. Ziemlich strengflüssig ist das Eisenoxydul-Trisilikat.

Ein sehr schöner Anfang zur näheren Kenntniß der Silikate ist durch Hn. Starbäck gemacht worden. Es ist zu wünschen, daß diese Versuche bald eine Nachfolge finden mögen.

Starbäck, Versuche zur Bestimmung der Schmelzbarkeit der auf synthetischem Wege gebildeten Schlacken Archiv f. Bergbau. XIV. 176 u. f.

§. 313.

In der Natur kommt das oxydirte Eisen theils rein, theils mit einigen Metalloxyden, mit Säuren, mit Schwefel, vorzüglich aber mit den Oxyden einiger Erdenmetalle, in einem Zustande der Verbindung vor, welchen die Kunst

nicht nachzubilden vermag. Die künstlichen Verbindungen des oxydirten Eisens mit den Oxyden der gewöhnlichen sowohl, als der Erdenmetalle haben immer ein geflossenes, glasartiges Ansehen, wogegen die Natur uns diese Verbindungen entweder mit einem eigenthümlichen Metallglanze oder in erdiger Gestalt darstellt. Wir kennen die Kräfte und Mittel nicht, welche die Natur anwendete, diese Verbindungen hervorzubringen, und sind daher kaum berechtigt, zwei Verbindungen, in denen die chemische Analyse ganz gleiche Bestandtheile auffindet, für völlig einerlei zu halten. Das reine natürliche Eisenoxyd bietet ein merkwürdiges Beispiel des Vorkommens in zweifacher Form (als Eisenglanz und als Rotheisenstein) in einem Zustande dar, in welchem ganz gleiche Bestandtheile aufgefunden werden, obgleich man beide Verbindungen nach dem äußeren Ansehen, und sogar nach ihrem Verhalten im Feuer und gegen Säuren, für zwei ganz verschiedene Körper halten mögte.

Unterschied des Roheisens, des Stabeisens und des Stahls.

§. 314.

Machen wir jetzt einen Rückblick auf die möglichen Verbindungen des Eisens mit anderen Körpern (§§. 155—304) so ergiebt sich, daß es nur sehr wenig bekannte Körper giebt, von denen es zweifelhaft ist, ob sie gar keiner Vereinigung mit dem Eisen fähig sind. Die Natur liefert uns das Eisen niemals rein und in einem Zustande, der es ohne Bearbeitung brauchbar machte. Da, wo es am reinsten gegeben wird, ist es mit Sauerstoff verbunden, und erscheint als reines oxydirtes Eisen; in den mehresten Fällen ist das Oxyd aber mit anderen Metalloxyden, mit Erden, mit Phosphorsäure, mit Kohlensäure, mit Wasser chemisch ver-

einigt, oder mit geschwefeltem Eisen und mit anderen schwefelsauren Verbindungen (Gips, Schwerspath) so innig vermengt, daß eine mechanische Abscheidung in manchen Fällen unmöglich ist. Aus diesen seinen natürlichen Verbindungen, oder aus den Erzen, kann das Eisen nur durch die Reduktion dargestellt werden. Bis jetzt kennen wir nur ein einziges, im Großen anwendbares Reduktionsmittel für das Eisen, die Kohle, welche aber auch zugleich ein Reduktionsmittel für alle andere oxydirte Körper ist, mit denen das Eisen in seinen Erzen vorkommt, und welche sich während der Reduktion mit dem Eisen selbst verbindet, und demselben ganz eigenthümliche Eigenschaften mittheilt.

§. 315.

Das Eisen kann also in den mehrsten Fällen aus seinen Erzen nicht dargestellt werden, ohne zugleich eine neue Verbindung mit seinem Reduktionsmittel einzugehen. Hätte das Eisen, wie die mehrsten Metalle, keine Verbindungsfähigkeit mit der Kohle, so würde die Darstellung des Eisens aus seinen Erzen ungemein einfach erschienen. Wäre dagegen die Anziehung der Kohle zum Eisen so groß, daß sie von dem letzteren gar nicht getrennt werden könnte; so würden uns das reine Eisen und der Stahl völlig unbekannt seyn, weil sie durch die Kunst nicht würden dargestellt werden können; wir würden das Eisen nur in dem Zustande seiner Verbindung mit Kohle, also als Roheisen, kennen und erzeugen können. Aber derselbe Körper, der durch die Kohle von dem Eisen aus seinen natürlichen Verbindungen in den Eisenerzen entfernt ward, vermag auch die Kohle wieder von dem Eisen zu trennen. Der Widerspruch, welcher in dieser Erscheinung zu liegen scheint, indem die Kohle einmal den Sauerstoff, und der letztere ein anderes Mal die Kohle vom Eisen abscheidet, ist nur scheinbar,

bar, und wird dadurch gehoben, daß man sie auf die Verwandtschaft des Sauerstoffs zur Kohle zurückführt. Deshalb kann auch nur dann eine Verbindung des Eisens mit Kohle entstehen, weun weder freier, noch (an oxydirtem Eisen) gebundener Sauerstoff vorhanden ist, um die Vereinigung der Kohle mit dem Eisen zu verhindern. Aber die Abscheidung der Kohle von dem Eisen, wenn diese Verbindung wirklich zu Stande gekommen ist, kann, wenn sie nicht durch gebundenen Sauerstoff (durch Eisenoxyde) erfolgt, sondern durch ungebundenen Sauerstoff (durch die Gebläseluft) bewirkt wird, kaum auf andere Weise geschehen, als daß sich ein Theil des Eisens in demselben Augenblick oxydirt, in welchem es seinen Kohlenstoff dem Sauerstoffe abtritt. Je mehr Kohle das Eisen enthält, desto schwieriger ist die Abscheidung durch ungebundenen Sauerstoff, ohne viel Eisen gleichzeitig zu oxydiren.

Black's Vorles. üb. d. Grundlehr. d. Chem., herausgegeb. von Robison a. d. Engl. von L. v. Crell, III. S. 373 u. 374.

§. 316.

Fände die Verbindung der Kohle mit dem Eisen immer auf gleiche Weise statt, so würde ein unbemerkbarer Uebergang aus dem reinsten Stabeisen bis in das am mehrsten Kohle haltende Roheisen statt finden müssen, etwa so wie Hr. Mushet eine solche Scale des Kohlegehaltes angegeben hat (§. 174). Dann würde aber das Kohleeisen beim Glühen, Schmelzen, bei der Behandlung mit Säuren und bei der Verbindung mit anderen Körpern, immer dieselben Erscheinungen zeigen müssen, welche nur dem Grade nach verschieden seyn könnten. Wenn sich aber auch die großen Verschiedenheiten, welche das Kohleeisen in seinen physikalischen Eigenschaften, in der Härte, Festigkeit, Farbe, im magnetischen Verhalten u. s. f. zeigt, allenfalls durch den

verschiedenen Gehalt an Kohle erklären ließen; so läßt sich dadurch nicht erklären, warum das weiße Roheisen unter gewissen Umständen grau, und das graue weiß werden kann, ohne daß sich die Quantität der Kohle verändert. Die Erfolge beim Schmelzen und Glühen, so wie die Produkte welche bei der Analyse der verschiedenen Arten des Kohleeisens erhalten werden, haben zu dem Resultat geführt, daß die Kohle mehrfacher Verbindungszustände mit dem Eisen fähig ist. Dieses Resultat wird durch die physikalischen Eigenschaften der verschiedenen Arten des Kohleeisens, so wie durch ihr abweichendes magnetisches Verhalten (§. 99.) so vollkommen bestätigt, daß es nicht mehr in Zweifel gezogen werden kann.

Nur das graue Roheisen enthält ungebundene Kohle, in einem Zustande der Verbindung, welche nicht mehr chemisch genannt werden kann. Das Kohlemetall (der Graphit) und die übrige Masse, aus welcher das graue Roheisen besteht, sind neben einander abgelagert, etwa wie 2 Metallmischungen, die sich beim langsamen Erkalten eines aus 10 Theilen Kupfer und 1 Theil Zinn zusammengesetzten Metallgemisches (§. 270) jederzeit bilden. Aber die übrige Masse des grauen Roheisens ist nicht reines Eisen, also das graue Roheisen kein Gemenge von Eisen mit Graphit, sondern vielmehr eine Gemenge von Kohle haltendem Eisen (Stahl) mit Kohlemetall. — Bei der Einwirkung der Säuren auf das graue Roheisen, nimmt der Graphit an den Veränderungen, welche das Eisen und die mit ihm verbundene Kohle erleiden, nicht weiter Theil, als daß er auf mechanische Weise den Angriff schwächt. Aber die an dem Eisen wirklich gebundene Kohle, muß, bei der Einwirkung der Säuren, allen den Veränderungen unterliegen, welche das Eisen selbst erleidet. Bei allen Säuren, welche sich durch Wasserzersetzung wirksam zeigen, vereinigt sich

der Wasserstoff mit der Kohle. Sie wird daher entweder gasförmig in Verbindung mit Wasserstoff verflüchtigt; oder sie nimmt außer dem Wasserstoff auch noch Sauerstoff auf und bildet eine ölartige Flüssigkeit; oder sie bleibt als eine schwarze, leicht brennbare Substanz (wahrscheinlich als oxydirte Kohle, die noch etwas Sauerstoff enthält) unaufgelößt zurück. Bei den Säuren aber, die dadurch auf das Eisen wirken, daß sie selbst den Sauerstoff an dasselbe abtreten (Salpetersäure und koncentrirte Schwefelsäure in der erhöheten Temperatur) muß die Kohle ebenfalls mit oxydirt werden, so daß sie entweder als kohlensaures Gas entweicht (welches jedoch nur zum geringsten Theil geschieht), oder daß sie in einem besonderen oxydirten Zustande von der Säure mit aufgelößt wird; oder daß sie als stärker oxydirte Kohle, nämlich als ein röthlichbraunes, leicht entzündliches Pulver zurück bleibt. Dieser Erfolg wird immer eintreten müssen, wenn die Kohle mit der ganzen Masse des Eisens zu einer homogenen Verbindung vereinigt ist. — Enthielte das Kohleeisen aber eine, in bestimmten Verhältnissen zusammengesetzte Verbindung von Kohle mit Eisen, welche man sich ebenfalls in einem innigen Gemenge mit der übrigen Masse des Eisens denken kann, und widerstände diese Verbindung der Einwirkung der Säure (etwa so, wie ein großer Theil des Phosphoreisens unaufgelößt zurück bleibt, wenn man zur Auflösung des Phosphor haltenden Roheisens Salzsäure anwendet); so würde sich dieses Karburet durch die Auflösung des Kohleeisens in Säuren, oder durch die Reduktion des Hornsilbers durch Kohleeisen, darstellen und erhalten lassen. Ein solches Karburet ist nun wirklich in dem weichen (nicht gehärteten) Stahl, in dem durch anhaltendes Glühen grau, weich und geschmeidig gewordenem weißen Roheisen, und in der Masse des grauen Roheisens vorhanden; aber es wird von den Säuren so schnell zer-

stört, daß es nur als Erscheinung und in einem nicht mehr vollkommen Zustande wargenommen und dargestellt werden kann. Die Wirkung der Säuren auf Kohleeisen, welches ein solches Polykarburet enthält, kann daher zwar schneller als bei dem weißen Roheisen und bei dem gehärteten Stahl erfolgen, in welchen die ganze Masse des Eisens mit aller vorhandeneu Kohle zu einer homogenen Verbindung vereinigt ist; allein sie wird sich auch um so kräftiger auf die Kohle äußern, weil diese nur an einer geringen Quantität Eisen chemisch gebunden ist. Die Salpetersäure verwandelt die Kohle daher bei den weichen Eisenarten schon in ein röthlichbraunes Pulver, wenn sich ihre Wirkung bei den harten Eisenarten zunächst nur darauf erstreckt, die Kohle als eine schwarze, unmetallische Substanz abzuscheiden, welche erst bei der fortgesetzten Einwirkung der Säure in jenes röthlichbraune Pulver umgeändert wird. Verdünnte Salz- und Schwefelsäure hinterlassen, beim Auflösen der weichen Eisenarten, eine sehr voluminöse, graphitische Verbindung, welche das Polykarburet, obgleich in einem schon etwas veränderten Zustande, ist, wogegen sie die harten Eisenarten sehr langsam und mit Hinterlassung von wenig schwarzer, kohlenartiger Substanz auflösen.

§. 317.

Der Zustand, in welchem sich die Kohle im kohlehaltigen Eisen befindet, ist also ein dreifacher, indem sie theils im ungebundenen Zustande, als Kohlenmetall oder als Graphit, vom Eisen aufgenommen wird, theils mit der ganzen Masse des Eisens verbunden, theils endlich mit einer gewissen Quantität Eisen zu einer bestimmten chemischen Verbindung vereinigt ist und von einer anderen überwiegenden Quantität Eisen, welche an jener Verbindung keinen unmittelbaren Antheil nimmt, aufgelößt gehalten wird. Von

der Menge der Kohle ist der Grad der Weichheit des Eisens niemals abhängig, sondern dieser wird bloß durch das bestimmtere Hervortreten der Kohle bedingt, sey es als freie ungebundene Kohle (als Kohlenmetall), oder als Polykarburet. Die Menge der Kohle wird folglich in dem weichen Eisen genau so groß seyn können, als in dem harten, aus welchem es entstanden ist.

Es würde jetzt nur näher zu untersuchen seyn, ob allen diesen Verbindungen bestimmte Mischungsgewichte zum Grunde liegen, oder ob sie nach ganz unbestimmten Verhältnissen statt finden. Bei diesen Untersuchungen ist natürlich bei dem weißen Roheisen der Anfang zu machen, weil die Karburete, welche die weichen Eisenarten enthalten, nur abgeleitete Verbindungen sind, die zwar unbezweifelt ein bestimmtes Mischungsverhältniß besitzen, deren Quantität aber von der Menge der Kohle überhaupt abhängig seyn muß, welche das Eisen im weißen und harten Zustande aufgenommen hatte. Von der Zasammensetzung dieser Karburete ist schon oben (§. 220.) gehandelt worden.

Weil noch niemals ein weißes Roheisen angetroffen worden ist, welches über 5,3 Procent Kohle enthielte, und weil dies weiße Roheisen am Gewicht nicht zunimmt, wenn es lange Zeit im Kohlentiegel mit einer Decke von Kiehnruß im Fluß erhalten wird; so muß daraus geschlossen werden, daß das mit einer Umgebung von Kohle geschmolzene Eisen, nicht mehr als höchstens 5,3 Procent Kohle aufzunehmen vermag. Dies ist ungefähr der Kohlegehalt, welcher in dem vollkommensten und reinsten weißen Roheisen mit den ausgezeichnetsten Spiegelflächen angetroffen wird. Dies Roheisen könnte man ein neutrales nennen, weil zwei Mischungsgewichte Eisen darin mit einem Mischungsgewicht Kohle, zu einem wahren Subkarburet verbunden sind. So wie die Kohle in dem Kohlenschwefel

mit 2 M. G. Schwefel, und in Kohlenwasserstoffgas mit 2 M. G. Wasserstoff verbunden ist, so findet sie sich in dem harten, weißen Roheisen mit ausgezeichneten Spiegelflächen mit 2 M. G. Eisen vereinigt.

Versucht man es, den Kohlegehalt der übrigen weißen Roheisenarten mit einem geringeren Kohlegehalt auf ein bestimmtes Mischungsgewicht zum Eisen zurück zu führen; so erhält man Verhältnisse, deren Vorhandenseyn ganz unwahrscheinlich ist. Die Gleichartigkeit der Masse läßt es aber kaum bezweifeln, daß das Eisen und die Kohle sich darin nicht in dem Zustande der gegenseitigen Verbindung befinden, ohne daß ein Theil Eisen von dieser Verbindung ausgeschlossen wäre. Es scheint daraus zu folgen, daß die Kohle und das Eisen zu denjenigen Körpern gehören, die sich bis zu einem gewissen Maximo des Kohlegehaltes in allen Verhältnissen mit einander verbinden können, und daß diese, im Zustande der Flüssigkeit entstandene Verbindung, unter gewissen Umständen (beim plötzlichen Erstarren) auch nicht aufgehoben wird.

§. 318.

Aus den früheren Untersuchungen geht hervor, daß das weiße Roheisen und der gehärtete (weiße) Stahl, zu einer und derselben Art der Verbindung der Kohle mit dem Eisen gerechnet werden müssen. Es entsteht daher die Frage: welches ist die Gränze des Kohlegehaltes, von welcher ab das Eisen nicht mehr weißes Roheisen, sondern Stahl genannt werden kann? Die Beantwortung erfordert mehrere sorgfältige Analysen, welche bis jetzt noch nicht so vollständig angestellt worden sind, um eine ganz bestimmte Antwort geben zu können. Es scheint überhaupt, daß eine solche Gränze gar nicht vorhanden ist, und daß alles weiße Eisen, dessen Kohlegehalt nicht über 3 Prozent beträgt,

mit gleichem Recht Roheisen und sehr harter Stahl genannt werden kann. Bei diesem Kohlegehalt läßt sich das Eisen im weißen Zustande natürlich nicht schmieden; allein es erlangt schon einige Geschmeidigkeit, wenn es sehr sorgfältig erhitzt und glühend bearbeitet wird. Bei sehr vielen Arten des härtesten Gußstahls, von dessen Bereitungsart man nicht unterrichtet ist, würde es dem geübtesten Auge unmöglich seyn, zu entscheiden, ob er weißes Roheisen oder harter Stahl zu nennen sey. — Der so genannte Rohstahl und der Cementstahl enthalten zwar ungleich weniger Kohle, indeß scheint der Kohlegehalt doch bei den weichsten Stahlarten nicht unter 0,9 Prozent herabzusinken. Vermindert sich der Kohlegehait noch mehr, so erlangt das Eisen, durch plötzliches Erkalten nach dem Glühen, keinen sehr bedeutenden Grad von Härte mehr und man würde einen solchen Stahl mit gleichem Recht hartes Stabeisen als weichen Stahl nennen können.

Sehr harter Gußstahl, dessen Kohlegehalt ich etwa zu 2,8 bis 3 Prozent ausmittelte, verhielt sich beim plötzlichen Erstarren nach dem Guß eben so wie weißes Roheisen. Er war eben so spröde und ungeschmeidig wie Roheisen, und ließ sich nur durch vorsichtiges Ausglühen und kurze Hitzen unter dem Hammer bearbeiten; ein Verhalten, welches er mit weißem Roheisen von noch etwas größerem Kohlegehalt gemein hat.

§. 319.

Schwieriger ist es, sich eine richtige Vorstellung von der Art und Weise zu machen, wie das Polykarburet in dem geglüheten weißen Roheisen und in dem durch Glühen weich gemachten Stahl, mit der Masse des Eisens, welche an dieser Verbindung keinen Antheil nimmt, vereinigt seyn möge. Die Erscheinungen beim Auflösen dieser Eisenarten

in Säuren machen es nicht wahrscheinlich, daß alle vorhandene Kohle zur Bildung dieser Karburete verwendet würde, indem noch immer ein Theil Kohle mit dem Eisen verbunden bleibt, jedoch in einem solchen Verhältnisse, daß die Geschmeidigkeit des Eisens nicht darunter leidet; also etwa in dem Verhältnisse, welches sich in den festeren und härteren Arten des Stabeisens, welches vermöge seiner Eigenschaften auf die Benennung Stahl nicht Anspruch machen kann, jederzeit findet. Man wird sich also alles kohlehaltige weiche Eisen, welches nicht graues Roheisen ist, als ein inniges Gemenge von Eisen, welches noch einen sehr geringen Antheil Kohle zurückbehalten hat, mit jenem Polykarburet vorstellen müssen, dessen Zusammensetzung bis jetzt noch nicht bekannt ist. So auffallend diese Verbindungszustände seyn mögen, so wenig läßt sich ihr Vorhandenseyn bezweifeln, und eben so wenig stehen sie ganz isolirt da, indem andere Metallgemische als die aus Eisen und Kohle, z. B. das Gemisch aus Kupfer und Zinn, ein damit ganz übereinstimmendes Verhalten zeigen.

§. 320.

Ein bestimmtes Mischungsverhältniß des Eisens mit der Kohle im grauen Roheisen, läßt sich noch weniger erwarten, weil es in dem weißen Roheisen, aus welchem das graue entstanden ist, nicht angetroffen wird, und weil bei dieser Veränderung, nach der Verschiedenheit der Umstände, bald mehr bald weniger Kohlemetall ausgeschieden wird. Wichtiger ist es, den Zustand der Verbindung des Eisens mit Kohle zu kennen, in welchem sich die mit dem Graphit gemengte Masse des Eisens, aus welcher das graue Roheisen besteht, eigentlich befindet. Einige graue Roheisenarten scheinen wirklich noch etwas Polykarburet zu enthalten; bei mehreren dürfte indeß die Kohle, welche sich

als reines Metall nicht ausgeschieden hat, mit der ganzen Masse des Eisens verbunden seyn. Diese Verhältnisse sind indeß so schwierig zu ermitteln, daß es genügt, zu wissen, wieviel Kohle sich im ungebundenen und wieviel sich im gebundenen Zustande in dem grauen Roheisen befindet. Es mögen hier die Analysen von fünf Arten von grauem Roheisen folgen, welche mit aller Sorgfalt angestellt worden sind, um den Kohlegehalt zu bestimmen.

In 100 Theilen grauem Roheisen	befinden sich		
	gebundene Kohle	ungebundene Kohle	Summe des Kohlegehaltes
Von der Sayner Hütte bei Coblenz, bei Holzkohlen aus Brauneisenstein erblasen	0,89	3,71	4, 6
Von der Widdersteiner Hütte im Bergrevier Siegen, bei Holzkohlen aus Brauneisenstein mit einem Zusatz von Spatheisenstein erblasen	1,03	3,62	4,65
Von der Malapaner Hütte in Oberschlesien, aus thonigem Spatheisenstein bei Holzkohlen erblasen . . .	0,75	3,15	3, 9
Von der Königshütte in Oberschlesien, aus ockrigem Brauneisenstein bei Koaks erblasen	0,58	2,57	3,15
Ebenfalls daher, aber von einem weniger hitzigen Gange des Ofens	0,95	2,70	3,65

Diese Untersuchungen zeigen, daß das völlig graue Roheisen nur wenig gebundene Kohle enthält, weshalb es auch

durch das plötzliche Ablöschen nach dem Glühen nicht den Grad der Härte erlangt, welchen der Stahl bei dieser Behandlung erhält. Sie zeigen ferner, daß der Kohlegehalt des grauen Roheisens geringer ist, als der des vollkommensten weißen Roheisens mit den Spiegelflächen, und daß der Kohlegehalt in demselben Verhältniß abzunehmen scheint, in welchem die Hitze größer war, bei der es im Hohenofen dargestellt ward.

Der Kohlegehalt ward durch Zersetzung des Hornsilbers ausgemittelt (§. 301). Bei allen diesen Roheisenarten traten Erscheinungen ein, welche vermuthen ließen, daß wenigstens ein Theil der gebundenen Kohle im Zustande des Polykarburets vorhanden war.

Je geringer der Kohlegehalt des grauen Roheisens ist, desto schwieriger wird es, dasselbe durch Schmelzen und plötzliches Erstarren in weißes Roheisen umzuändern. — Dagegen nimmt die Geschmeidigkeit des grauen Roheisens in der gewöhnlichen Temperatur, fast in demselben Verhältniß zu, in welchem sich die Menge der Kohle vermindert. Sehr merkwürdig ist es, daß das graue Roheisen in der gewöhnlichen Temperatur einen höheren Grad von Geschmeidigkeit zeigt, als wenn es im glühenden Zustande unter dem Hammer bearbeitet wird.

§. 321.

Wenn man das weiße Roheisen nach dem Schmelzen höchst langsam erstarren läßt, so ändert es sich nur alsdann in graues Roheisen um, wenn die Schmelzhitze sehr viel größer war, als das weiße Roheisen zum Flüssigwerden erfordert. Durch diese Verschiedenheit der Temperatur läßt es sich, bei gleicher Sorgfalt, die auf das höchst langsame Erstarren des geschmolzenen Eisens verwendet wird, bewirken, das erstarrte Produkt wieder als weißes Roheisen,

oder als halbirtes Roheisen, oder als graues Roheisen zu erhalten. — Das sogenannte luckige Floß und der Stahl, welcher viel Kohle enthält, können, eben so wie das weiße Roheisen, in graues Roheisen umgeändert werden, wenn sie in einer äußerst heftigen Hitze im Thontiegel einige Zeit lang flüssig erhalten und dann mit der größten Sorgfalt langsam zum Ersteren gebracht werden. War die Schmelzhitze nicht stark genug gewesen, so erhält man nur weiches graues Eisen, welches keine ungebundene Kohle (Graphit), sondern ein Polykarburet enthält. Dieses bildet sich aber auch schon durch das bloße Glühen und langsame Erkalten, obgleich in diesem Fall mehr Kohle, an der ganzen Masse des Eisens gebunden, also an der Bildung des Polykarburets keinen Antheil nehmend, zurück zu bleiben scheint. Dies ist auch der Grund, weshalb der gehärtete Stahl um so weicher wird, je länger und je stärker man ihn erhitzt. — Das weiße Roheisen mit den vollkommenen Spiegelflächen läßt sich, durch bloßes Glühen und langsames Erkalten, bei gänzlichem Ausschluß der Luft, nicht in graues und weiches Eisen mit Polykarbuket verwandeln, vermuthlich weil es ein neutrales Produkt ist, in welchem sich Eisen und Kohle im Zustande der gegenseitigen Bindung und Sättigung befinden. Dies Eisen muß nothwendig einer Schmelzhitze ausgesetzt gewesen seyn, welche ungleich stärker war, als zum Flüssigwerden des Spiegelflosses nöthig ist, um es in graues Roheisen umzuändern.

Wenn umgekehrt das weiche kohlehaltige Eisen durch plötzliche Temperaturveränderung hart und weiß werden soll; so muß, in so fern das bloße Glühen dazu hinreichend ist, die Hitze um so größer, folglich die Temperaturdifferenz beim plötzlichen Erkalten um so bedeutender seyn, je geringer der Kohlegehalt des Eisens ist. Bei größerem Kohlegehalt trtt die Umänderung schneller und vollkommener

ein. Bei dem grauen Roheisen nimmt die im ungebundenen Zustande vorhandene Kohle an dieser Umänderung keinen Theil, und es wird daher von der Menge der gebundenen Kohle im grauen Roheisen abhängen, ob dasselbe bei dem plötzlichen Ablöschen nach dem Glühen, bedeutend härter wird. Durch sehr lange fortgesetztes Glühen des grauen Roheisens in starker Hitze, welche jedoch die Schmelzhitze nicht erreichen darf, ändert sich das graue Roheisen mit Graphitgehalt merklich mehr oder weniger vollständig in graues weiches Eisen um, welches beim plötzlichen Ablöschen beträchtlich härter und weißer wird, und welches bei dem langsamen Erkalten weich bleibt, aber nun sehr viel Polykarburet und wenig Graphit enthält; allein dies ist ein Erfolg eigenthümlicher Art, der bei schnellen Glühhitzen nicht eintreten kann. Der Graphit oder das Kohlenmetall vertritt hier nämlich die Stelle der Kohle beim Cementiren des Stabeisens zu Stahl, weshalb das Stabeisen auch durch Cementiren mit grauem Roheisen in weichen Stahl verwandelt werden kann. — Soll das graue Roheisen durch eine plötzliche Temperaturveränderung in weißes umgeändert werden, so muß es sich im geschmolzenen Zustande befinden. Je mehr Graphit es enthielt, desto schneller erfolgte alsdann die Umänderung durch plötzliches Erstarren. Graues Roheisen, welches nur wenig Graphit enthält, unterliegt dieser Veränderung nur sehr schwer. Der Grund dieses Verhaltens liegt darin, daß dieses graue Roheisen eine sehr starke Hitze zum Schmelzen erfordert, welche durch plötzliches Erstarren nicht so schnell und vollständig entzogen werden kann.

§. 322.

Aus allen diesen Erscheinungen, verbunden mit den Resultaten der analytischen Untersuchuugen, ergiebt sich

deutlich, daß die Kohle und das Eisen sich nur in höheren Graden der Temperatur, und zwar bis zu einem Verhältniß von 1 Mischungsgewicht Kohle zu 2 M. G. Eisen, in allen Verhältnissen mit einander verbinden, und daß diese Verbindung nur alsdann in den gewöhnlichen Temperaturgraden fortbestehen kann, wenn eine plötzliche Erstarrung eintritt. Sinkt die Temperatur aber allmälig, so scheidet sich ein großer Theil Kohle in dem Zustande eines Polykarburetes aus und bleibt in diesem Zustande mit dem übrigen Eisen, welches nur wenig Kohle zurückhält, in einem eigenthümlichen Verbindungszustande zurück, der ganz demjenigen ähnlich ist, wie sich Gemische aus andern Metallen zu einer scheinbar homogenen Masse vereinigen. Dies Polykarburet kann aber schon in der Glühhitze wieder zerstört werden, wobei sich eine allgemeine Verbindung des Eisens mit der Kohle einleitet, die beim plötzlichen Ablöschen unverändert bleibt und beim langsamen Erstarren wieder in Polykarburet umgeändert wird. Eine Ausscheidung der Kohle im ganz ungebundenen Zustande, oder als Graphit, läßt sich nur durch langsames Erstarren nach dem völligen Flüssigseyn der Masse, und auch selbst dann nur durch Anwendung der höchsten Grade der Temperatur bewirken. Durch die Bildung des Polykarburet wird also das Streben der Kohle, sich vom Eisen zu trennen, angedeutet und erst in den höchsten Graden der Hitze kann diese Ausscheidung, bei dem langsamen Erstarren, zu Stande kommen. Es ist nicht wahrscheinlich, daß in dem geschmolzenen grauen Roheisen Kohlenmetall im isolirten Zustande (als Graphit) vorhanden wäre, weil sonst das graue Roheisen durch plötzliches Erstarren niemals weiß werden könnte. Aber es läßt sich, bei der großen Temperaturdifferenz, welche zwischen der Schmelzhitze des Eisens und des Kohlenmetalles (welches bis jetzt nur in sehr geringen Massen

vor den Dräthen der voltaischen Säule zum Schmelzen gebracht werden konnte), statt findet, keinesweges widerlegen, daß das in schneller und starker Hitze umgeschmolzene graue Roheisen nicht wirklich noch unaufgelößt gebliebenen Graphit enthalte, welcher sich erst durch länger fortgesetztes Schmelzen mit dem Eisen zu einer homogenen Verbindung vereinigt. Ein solcher Erfolg ist sogar wahrscheinlich, weil das in schneller und starker Hitze umgeschmolzene graue Roheisen viel weniger geneigt ist, durch plötzliches Erstarren weiß zu werden, als dasjenige, welches in einer langsamen und weniger starken Hitze in Fluß gebracht worden ist. Graues Roheisen, welches wenig Kohle, folglich auch wenig Graphit enthält, erfordert schon an sich einen hohen Grad der Temperatur, so daß es sich durch schnelle Hitze nicht leicht zum Schmelzen bringen läßt, sondern die Anwendung einer anhaltenden hohen Temperatur nöthig macht, welche zugleich die Bedingung zur Graphitbildung beim Erstarren ist, weshalb sich ein solches Roheisen auch nicht leicht in weißes umändern läßt.

§. 323.

Weil das kohlehaltige Eisen (sey es Roheisen, oder Stahl) schon als eine Legirung von zwei Metallen betrachtet werden muß, welche freilich nur in den höheren Graden der Temperatur eine chemische Verbindung mit einander eingehen und das unbestimmte Mischungsverhältniß alsdann nur beim plötzlichen Erstarren behalten; so folgt daraus, daß der Erfolg sehr verschieden sein muß, ob einer solchen Verbindung ein drittes Metall zur Legirung dargeboten wird, oder ob dies Legirungsmetall mit dem reinen, keine Kohle enthaltenden Eisen, verbunden wird. So lange sich das kohlehaltige Eisen im flüssigen Zustande befindet,

sind Kohle und Eisen wirklich in dem Zustande einer gegenseitigen Bindung, und ein hinzukommendes drittes Metall wird sich in vielen Fällen mit jener schon bestehenden Legirung des Eisens mit Kohle, nicht vereinigen, wenn es sich auch mit dem reinen Eisen chemisch verbinden würde. Die Legirungen des Stahls mit Metallen müssen sich folglich ganz anders verhalten, als die des Stabeisens mit denselben Legirungsmetallen. Die ersteren werden größtentheils bloße Gemenge seyn, wenn die letzteren als wirkliche chemische Verbindungen, wenigstens in vielen Fälleu, betrachtet werden können. — Eben so muß, aus denselben Gründen, der Erfolg verschieden seyn, wenn das Legirungsmetall dem schon fertigen Stahl zugesetzt wird, und wenn dieser Zusatz dem Eisen in dem Augenblick dargeboten wird, wo es sich aus seinen Oxyden, selbst bei dem Uebermaaß vorhandener Kohle, reducirt. Verbindungen die im ersten Fall nur Gemenge bleiben, indem das Eisen von dem zugesetzten dritten Legirungsmetall nichts aufnimmt, können im letzten Fall wirkliche chemische Verbindungen, werden. Diese Betrachtung giebt einen großen Aufschluß über das Verhalten von vielen so genannten Stahllegirungen, und über das verschiedene Verhalten der Metalle, oder metallischen Basen, deren Oxyde sich mit dem Eisenoxyd gleichzeitig reduciren und die als Metalle unmittelbar mit dem kohlehaltigen Eisen verbunden werden.

§. 324.

Indem sich das Eisen, bei den Schmelzprozessen im Großen, aus seinen Erzen reducirt, wird es sich folglich auch leichter mit den metallischen Grundlagen verbinden können, welche in den Eisenerzen und überhaupt in der Gattirung, gemengt und gemischt vorkommen, als wenn die Legirung mit dem kohlehaltigen Eisen unmittelbar vor-

genommen werden soll. Bei der gleichzeitigen Reduktion wird der Antheil Eisen, welcher eine sich mit reducirende Basis aufnimmt, mit der Kohle sich nicht verbinden und daher können auf solche Weise Legirungen entstehen, die sich durch unmittelbares Zusammenschmelzen nicht darstellen lassen. Nur wenige metallische Basen scheinen eine Verbindungsfähigkeit mit der Kohle zu besitzen und ähnliche Karburete zu bilden, wie das Eisen im Zustande des Stahls und des Roheisens. Es ist daher auch nicht wahrscheinlich, daß diese Basen mit dem kohlehaltigen Eisen eine chemische Verbindung eingehen, sondern man wird das Roheisen in den mehrsten Fällen als ein sehr inniges Gemenge von Kohleeisen mit einer Legirung aus Eisen und der sich gleichzeitig reducirenden Basis ansehen müssen. Bei dem sogenannten Legirungsstahl wird aber mehrentheils nur ein Gemenge von Kohleeisen mit dem zugesetzten Legirungsmetall erhalten, und das letztere bleibt von einer wirklichen chemischen Verbindung mit Eisen ausgeschlossen, wenn es nicht schon in einem mit Eisen legirten Zustande mit dem Stahl zusammen geschmolzen wird.— Wenn aber die Kohle auf irgend eine Weise von dem Roheisen abgeschieden, und wenn die gleichzeitig mit reducirte, und mit einem verhältnißmäßigen Antheil Eisen verbundene metallische Basis durch jenen Entkohlungsprozeß nicht ebenfalls mit entfernt wird; so treten andere Verhältnisse ein, indem die Kohle der metallischen Basis kein Hinderniß zur Verbindung mit dem Eisen mehr entgegensetzt. Jene metallische Basis kann sich daher auf die Festigkeit des Eisens in einem ungleich höheren Grade nachtheilig äußern als in der Legirung mit Stahl, mit welchem sie nur gemengt ist.

§. 325.

Es giebt sehr wenig metallische Grundlagen, welche, wenn

wenn sie auch nur im Minimo mit dem Eisen verbunden wären, nicht nachtheilig auf die Festigkeit des Eisens wirkten. Vom Blei nnd vom Zink ist die Verbindungsfähigkeit mit dem Eisen, wenigstens bei den Eisenbereitungsprozessen im Großen, noch problematisch. Nur das Mangan scheint in ziemlich großen Verhältnissen mit dem Eisen verbunden seyn zu können, ohne seiner Festigkeit zu schaden. Vielleicht ist dies auch bei dem Titan der Fall, wenigstens scheint das Eisen davon einige Procente aufnehmen zu können, ohne dadurch bedeutend mürber zu werden. Die Körper, welche gewöhnlich in dem Roheisen angetroffen werden, sind Phosphor, Schwefel nnd Silicium. Alle drei vermindern die Festigkeit des Eisens in einem hohen Grade. Antimon, Zinn, Silber, Wismuth, Arsenik, und Kupfer sind glücklicherweise sehr seltene Begleiter der Eisenerze. Vom Aluminium ist es noch nicht entschieden, ob es in bestimmbarer Menge mit in das Roheisen übergeht. Calcium und Magnium werden zwar im Roheisen angetroffen, besonders das letztere; allein in dem aus diesem Roheisen bereiteten Stabeisen, wird keine Spur mehr davon gefunden, woraus zu schließen ist, daß sie sich bei dem Entkohlungsprozeß leicht abscheiden. Chromium kommt häufig im Roheisen vor, aber in dem daraus bereiteten Stabeisen habe ich es nicht gefunden.

Alle diese Beimischungen, — welche wahrscheinlich als Phosphoreisen, als Schwefeleisen, als Silicium Eisen, als Legirung von Antimon mit Eisen u. s. f. mit dem Kohleeisen im Roheisen nur gemengt sind, — verändern den Charakter des Roheisens nicht, indem die Bildung des grauen oder des weißen Roheisens davon ganz unabhängig ist. Daß Mangan, Schwefel, Phosphor und vielleicht noch eine oder die andere Basis, wenn sie in den Eisenerzen in bedeutender Menge vorkommen, die Entstehung des

weißen Roheisens begünstigen, ist nicht eine Folge der Verbindung dieser Basen mit dem Eisen, sondern der Erfolg der größeren Leichtflüssigkeit dieser Erze, weshalb auch die wirklichen Eisensilikate (Frischschlacken) so sehr geneigt sind, ein weißes Roheisen zu geben, wenn sie in Schachtöfen verschmolzen werden. — Bewirkte das Legirungsmetall selbst, die Bildung des weißen Roheisens, so würde dieses mehr Mangan, mehr Phosphor, mehr Silibium u. s. f. enthalten müssen, als das aus denselben Erzen dargestellte graue Roheisen. Dies ist aber so wenig der Fall, daß das graue Roheisen mehr Mangan und mehr Silicium enthält, als das weiße. In beiden Roheisenarten wird dagegen, wenn sie aus einerlei Erzen bereitet werden, dieselbe Menge Phosphor gefunden.

§. 326.

Abgesehen von den zufälligen Beimischungen des Roheisens, giebt das sehr abweichende Verhalten desselben in der Glüh- und Schmelzhitze, im weißen und im grauen Zustande, das Anhalten zur Beantwortung der Frage, ob das weiße dem grauen Roheisen, oder umgekehrt, vorgezogen werden müsse. Soll das Roheisen in Formen geleitet und zur Anfertigung von Gußwaaren angewendet werden, so ist dasjenige Roheisen, welches beim Erstarren weiß wird, nur ausnahmsweise und in einigen wenigen Fällen zu gebrauchen. Hat das Roheisen die Bestimmung durch einen Entkohlungsprozeß in Stahl, oder in Stabeisen umgeändert zu werden; so würde das weiße Roheisen einen entschiedenen Vorzug vor dem grauen verdienen, vorzüglich bei denjenigen Entkohlungsprozessen, bei welchen die Kohle nicht durch gebundenen Sauerstoff (durch gaare Frischschlacken, oder durch Eisen Subsilikate), sondern durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft entfernt wird. Das weiße

Roheisen geht nämlich bis zum Schmelzen alle Grade des Weichwerdens hindurch, und läßt sich sehr lange in diesem Zustande erhalten, ohne flüssig zu werden; ja die Schmelzbarkeit nimmt in demselben Verhältniß ab, als das weiße Roheisen in dem erweichten Zustande, durch häufige Erneuerung der Oberflächen, mit der atmosphärischen Luft länger in Berührung bleibt, so daß die Entkohlung in ungleich kürzerer Zeit und vollständiger als bei dem grauen Roheisen bewirkt werden kann. Dieses hingegen erfordert eine sehr hohe Temperatur um flüssig zu werden, und der Zustand der Flüssigkeit tritt so plötzlich ein, daß kaum ein Zwischenzustand zwischen dem starren und dem tropfbar flüssigen vorhanden ist. Aber im Zustande der Flüssikeit bietet das Eisen der Atmosphäre die geringste Oberfläche dar, auch wird in dieser hohen Temperatur die Verbindungsfähigkeit des Sauerstoffs mit dem Eisen sehr gesteigert; so daß die Entkohlung sehr langsam und immer nur mit einem großen Verlust an Eisen vorschreitet. Nur bei den Entkohlungsprozessen, bei welchen die Kohle durch gebundenen Sauerstoff entfernt wird, oder in den sogenannten Frischheerden, läßt sich das graue Roheisen, zwar immer mit einem etwas größeren Aufwande an Zeit, aber doch mit geringerem Verlust an Eisen wie bei dem Entkohlungsprozeß auf den Flammofenheerden, in Stabeisen umändern. Deshalb wird das weiße Roheisen bei allen Entkohlungsprozessen dem grauen unbedingt vorzuziehen seyn.

§. 327.

Es treten jedoch zwei Umstände ein, welche es in vielen Fällen nothwendig machen, auf die größere Anwendbarkeit des weißen Roheisens für den Entkohlungsprozeß zu verzichten. Der eine hat seinen Grund in dem günstigen Fortgange des Roheisenerzeugungsprozesses selbst, welcher

häufig nur alsdann ungestört fortgehen kann, wenn die Maaßregeln so getroffen sind, daß nur graues Roheisen erfolgt. Darüber kann erst in der Folge Aufschluß gegeben werden. Der andere findet seinen Grund darin, daß das Roheisen fast niemals ein reines Kohleeisen, sondern ein Gemenge von diesem mit Phosphoreisen, Siliciumeisen u. s. w. ist, welche Verbindungen zwar selten in sehr bedeutender, aber doch in solcher Menge aufgenommen werden, daß der Rückhalt an Phosphor, Silicium u. s. f. hinreichen würde, der Festigkeit des entstehenden Stabeisens nachtheilig zu seyn. Das graue Roheisen enthält zwar, — mit sehr wenigen Ausnahmen, welche später erörtert werden sollen, — diese fremdartigen Beimischungen keineswegs in geringeren Verhältnissen als das weiße, vielmehr tritt immer das entgegengesetzte Verhalten ein; allein hier ist es gerade, wo man von der Eigenschaft des grauen Roheisens, in der sehr erhöheten Temperatur in den tropfbar flüssigen Zustand überzugehen und die Kohle durch die Einwirkung des Sauerstoffs langsam zu verlieren, Gebrauch zu machen sucht, um durch den Einfluß des Sauerstoffs nicht allein den Gehalt des Roheisens an Kohle, sondern auch an anderen Basen, welche oxydabler sind als das Eisen, zu vermindern. Dies würde bei dem weißen Roheisen deshalb nicht geschehen können, weil es die Kohle zu schnell verliert und ungleich früher in den Zustand des Stabeisens übergeht.

§. 328.

Obgleich es in mehreren Fällen durchaus nothwendig ist, sich zur Stabeisenbereitung des grauen Roheisens zu bedienen; so sind die Vortheile, welche die Anwendung des weißen Roheisens gewährt, doch so überwiegend, und die Schwierigkeiten, das graue Roheisen unmittelbar zum Ent-

kohlungsprozeß anzuwenden (graues, bei Koaks erblasenes Roheisen in den Flammöfen) so groß, daß man das graue Roheisen vorher in weißes umzuändern sucht. Dies Weißmachen des grauen Roheisen kann auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden. In einigen Fällen soll dadurch nur der Zweck erreicht werden, einen anderen Verbindungszustand der Kohle mit dem Eisen hervorzubringen. In anderen Fällen soll aber außerdem auch noch eine Abscheidung von leicht oxydablen Basen (vorzüglich Phosphor und Silicium) bewirkt werden, weshalb die Vorkehrungen in diesem Fall auch anders getroffen werden müssen. — Das bei Holzkohlen und bei einer leichtflüssigen Beschickung erzeugte graue Roheisen läßt sich ungleich leichter und mit geringeren Mitteln in weißes Roheisen umändern als das bei Koaks und bei einer strengflüssigen Beschickung erblasene, weshalb eine und dieselbe Verfahrungsart nicht bei allen grauen Roheisenarten gleich anwendbar ist.

Aus dem früher vorgetragenen Verhalten des weißen Roheisens in der Glühhitze, bei nicht abgehaltenem Zutritt des Sauerstoffs, geht hervor, daß dasselbe dadurch schon einen Theil seines Kohlegehaltes verliert, daß es dadurch ein körniges Gefüge und den ersten Grad der Geschmeidigkeit erlangt, welches bei dem grauen Roheisen, wegen seines Gehaltes an ungebundener Kohle, nicht, oder wenigstens nicht in einem bedeutenden Grade der Fall ist. Dies ist ein zweiter Vorzug, den das weiße Roheisen vor dem grauen besitzt, von welchem man in einigen Gegenden Gebrauch macht, indem man den Kohlegehalt des weißen Roheisens, schon vor dem Einschmelzen und vor der weiteren Verarbeitung in den Frischheerden, durch anhaltendes Glühen, — Braten — zu vermindern sucht. Wahrscheinlich würde die Umänderung des weißen Roheisens in graues, durch Glühen oder Braten, in allen Fällen sehr zweckmäßig seyn

und den Entkohlungsprozeß befördern, wenn auch die Quantität der Kohle sich nicht dabei verminderte; denn das entstehende graue Roheisen enthält nun die Kohle im Zustande des Polykarburets, welches durch die Einwirkung des Sauerstoffs schnell zerstört wird.

§. 329.

Weil sich das weiße Roheisen, der Stahl und das Stabeisen nur durch die quantitativen Verhältnisse des Kohlegehaltes unterscheiden, so kann die Operation: das Roheisen in Stahl oder in Stabeisen zu verwandeln, durchaus nur darin bestehen, die Quantität der Kohle im Roheisen zu vermindern. Durch das bloße Rösten oder Glühen würde dieser Zweck zu langsam und zu unvollkommen erreicht werden; man muß daher das Roheisen in einen mehr oder weniger vollkommenen flüssigen Zustand versetzen, und den Sauerstoff im gebundenen oder auch im ungebundenen Zustande darauf wirken lassen. Die Verfahrungsart dabei, und die Mittel, welche man anwendet, das bei einigen dieser Prozesse sich gleichzeitig oxydirende Eisen wieder zu reduciren, werden künftig unter dem Namen des Verfrischens des Roheisens bekannt gemacht werden. Die Verwandlung des Roheisens in Stahl oder in Stabeisen durch Einschmelzen, heißt also das Verfrischen, und der Zweck dieser Operation besteht nur darin, den Kohlegehalt des Roheisens zu vermindern, oder zu entfernen. Nur beim weißen Roheisen kann man aus den angeführten Gründen durch Braten oder Rösten vorarbeiten. Gewöhnlich ist das Resultat des gerösteten weißen Roheisens, sobald es verfrischt wird, Stabeisen, so wie das Resultat des weißen, ungerösteten Roheisens Stahl. Das graue Roheisen pflegt lieber Stabeisen als Stahl zu geben, indeß hängt dies von der Manipulation und Geschicklichkeit des

Arbeiters ab. Aus einem und demselben Roheisen läßt sich Stahl und Stabeisen, aber freilich nicht in gleicher Güte und in gleicher Menge, so wie mit gleichem Vortheil, produciren; und dasjenige Roheisen ist überhaupt für das reinste und zu jedem Zwecke für das brauchbarste zum Verfrischen zu halten, welches außer der Kohle die wenigsten fremdartigen Beimengungen enthält.

§. 330.

Außer von den Vorrichtungen, in denen die Eisenerze verschmolzen werden, und von der zweckmäßigen Leitung bei der Schmelz- und Frischarbeit, hängt die Beschaffenheit des Eisens, wie wir gesehen haben, von den Bestandtheilen und Eigenschaften der Eisenerze, und von dem Verhalten und von dem Bestandtheilen der Brennmaterialien ab, welche als Reduktionsmittel und zugleich als Materialien zur Hervorbringung der Hitze dienen. Es ist daher besonders nöthig, die Schmelz- und Brennmaterialien näher kennen zu lernen, und alsdann zu der näheren Betrachtung der technischen Vorrichtungen, in welchen die Prozesse vorgenommen werden, über zu gehen. Vorher wird es indeß noch nöthig seyn, das Verfahren anzugeben, wie sich die fremdartigen Beimengungen des Eisens auffinden lassen, weil es in einzelnen Fällen von großem Interesse ist, diejenigen Beimengungen kennen zu lernen, welche die Festigkeit des Eisens vermindern.

Chemische Analyse der verschiedenen Eisenarten.

§. 331.

Alle Körper, deren Vorhandenseyn in den verschiedenen Eisenarten erwartet werden kann, sind im metallischen Zu-

stande mit dem Eisen verbunden. Man wird darin also keine Oxyde der Kohle, des Chrom, des Phosphor, Silicium u. s. f. aufzusuchen Veranlassung erhalten. Aber alle Beimischungen, mit Ausnahme von sehr wenigen, sind immer nur in so geringer Menge vorhanden, daß es oft schwer ist, die Quantität zu bestimmen.

Zu den schwierigsten quantitativen Bestimmungen gehört die der gebundenen Kohle. Die ungebundene Kohle ist in Säuren völlig unauflöslich und wird in der Temperatur unter der Glühhitze, durch keinen oxydirten Körper zersetzt, weshalb sich die Menge der ungebundenen Kohle in dem Rückstande von der Auflösung in Säuren leicht bestimmen läßt. Aber das graue Roheisen ist die einzige Eisenart, welche ungebundene Kohle enthält; in allen übrigen Eisenarten ist die Kohle, theils an die ganze Masse des Eisens gebunden, theils mit einer Quantität Eisen zu einem Polykarburet vereinigt. Bei der Anwendung von Salzsäure wird die gebundene Kohle fast gänzlich in Gas- und Oel-Gestalt verflüchtigt; durch Schwefelsäure entsteht ebenfalls ein sehr bedeutender Verlust an Kohle, und Salpetersäure löst einen großen Theil wirklich auf, so daß es unmöglich ist, die Menge der gebundenen Kohle durch Auflösen des Eisens in Säuren, nur einigermaaßen mit Wahrscheinlichkeit zu bestimmen. Es wird daher die quantitative Bestimmung entweder durch Salpeter (§. 299), oder durch Hornsilber (§. 301) geschehen müssen. Wenn das Eisen zugleich viel Phosphor und auch etwas Chrom enthält, so wird die Bestimmung des Kohlegehalts durch die Zersetzung des Hornsilbers sehr erschwert.

Der Gehalt an Schwefel ist, auch bei dem rothbrüchigsten Eisen, so unbedeutend, daß er durch Baryterdensalze nicht mit Zuverlässigkeit ausgemittelt werden kann, wenn man den Schwefel durch Auflösen des Eisens in Kö-

nigswasser in der Siedhitze, in Schwefelsäure umgeändert hat. Es ist daher nöthig, das Eisen zur Ausmittelung des Schwefelgehaltes in reiner Salzsäure aufzulösen, um die Oxydation des Schwefels zu verhüten und den ganzen Schwefelgehalt des Eisens in dem Zustande des Schwefelwasserstoffgas zu verflüchtigen. Zu diesen Untersuchungen pflege ich gewöhnlich eine Quantität von 5 Grammen Eisen anzuwenden, welches bis zur Größe eines Hirsekornes zerstückt ist und in einer Gas-Entbindungsflasche ohne Beihülfe von Wärme langsam aufgelößt wird. Das entweichende Gas muß, der Vorsicht wegen, allenfalls durch zwei Flaschen geleitet werden, welche eine wässrige Auflösung von saurem essigsaurem Bleioxyd enthalten. Der Niederschlag des Schwefelblei erfolgt indeß, bei der sehr langsamen Gasentwickelung, schon in der ersten Flasche ganz vollständig. Die Roheisenarten erfordern 10 bis 14 Tage, die Stahlarten 8 bis 10 Tage und die Stabeisenarten 3 bis 4 Tage zur vollständigen Auflösung. Die schwarzen Rückstände enthalten keine Spur von Schwefeleisen und es läßt sich daher der Schwefelgehalt des Eisens auf diese Weise sehr genau ausmitteln. Der schwarze Niederschlag von Schwefelblei wird sorgfältig auf einem gewogenen Filtro gesammelt, zuerst mit Essigsäure und dann mit reinem Wasser, vollständig ausgesüßt und mit dem Filtro in der Wassersiedhitze getrocknet. Das Schwefelblei haftet nämlich so fest an dem Filtro, daß es sich nicht ohne Rückstand von demselben abnehmen läßt. Aus der Gewichtszunahme des Filtrums ergiebt sich das Gewicht des Schwefelblei, welches in 100 Theilen bekanntlich 13,45 Schwefel enthält.

§. 332.

Den Gehalt an Phosphor und Chrom bestimme ich auf die Weise, daß ich das Eisen in der Siedhitze in

Königswasser auflöse, wodurch beide Körper in Säuren umgeändert werden. Die königssaure Auflösung wird in einer Abrauchschale von Porzellan sehr vorsichtig abgedampft und nach und nach bis zum Glühendwerden erhitzt. Es verflüchtigt sich dabei zwar etwas Chloreisen, indeß hat dies auf die Bestimmung des Phosphor und Chromgehaltes keinen Einfluß. Der Rückstand hat das Ansehen des braunrothen Eisenoxyds. Er wird von der Porzellanschale sehr sorgfältig abgenommen, zu einem feinen Pulver zerrieben und mit 3 mal so viel kohlensaurem Kali innig gemengt. Eine Quantität von 3 Grammen Eisen, ist zu dieser Untersuchung völlig zureichend; größere Quantitäten erschweren das Abdampfen und Glühen auf der Porzellanschale. Das mit kohlensaurem Kali gemengte Oxyd wird im Platinatiegel über der Glühlampe geschmolzen. Die Schmelzung des Kali muß aber vollständig erfolgt seyn, weil sonst das Eisenoxyd noch etwas Säure zurück hält. Das geschmolzene Gemenge wird mit reinem Wasser gekocht, worauf man die Auflösung ruhig stehen läßt, damit sich das fein zertheilte Eisenoxyd, welches leicht durchs Filtrum geht, zu Boden setzen kann. Enthielt das Eisen Mangan, so befindet sich ein großer Theil davon ebenfalls in der alkalischen Auflösung, schlägt sich aber bekanntlich durch ruhiges Stehen an der Luft von selbst wieder daraus nieder. Die klare Flüssigkeit wird filtrirt, der Rückstand noch einmal mit reinem Wasser gekocht und die Flüssigkeit, nachdem sie sich gänzlich geklärt hat, ebenfalls durchgeseihet. Die alkalische Flüssigkeit wird mit Salzsäure übersättigt und bis zur staubigen Trockniß abgedampft, um die Kieselerde zu trennen, welche das Kali mit aufgenommen hatte. Vor dem Auflösen im Wasser pflege ich das trockne Pulver mit Salzsäure anzufeuchten, damit die phosphorsaure Thonerde, wenn sie vorhanden wäre, mit aufgelößt wird. Die ange-

säuerte, durch Filtriren von der Kieselerde getrennte Flüssigkeit, wird mit Aetzammoniack übersättigt, um zu sehen, ob sich basische phosphorsaure Thonerde abscheidet. Bei allen bisherigen Untersuchungen habe ich nur wenige Flocken erhalten, von denen es noch ungewiß ist, ob sie wirklich Thonerde enthalten. Die ammoniackalische Flüssigkeit wird alsdann sehr stark mit Essigsäure übersättigt und mit essigsaurem Bleioxyd versetzt, wobei jedesmal eine sehr starke Trübung, und in den mehrsten Fällen ein mehr oder weniger starker Niederschlag erfolgt. Eisen, welches keine Spur von Phosphor enthielte, ist mir noch gar nicht vorgekommen. Aber die geringste Spur eines Chromgehaltes des Eisens, giebt sich durch eine gelbliche Färbung des Niederschlages zu erkennen. Enthält das Eisen kein Chrom, so hat der Niederschlag eine vollkommen weiße Farbe. — Ich habe mich durch mehrfache Versuche überzeugt, daß sich der Phosphorgehalt des Eisens auf diese Weise ungleich genauer bestimmen läßt, als durch Zerlegung der königsauren Eisenauflösung mit Schwefelammoniack, indem das Eisenoxyd einen Theil Phosphorsäure stets zurück hält, welches sich auch durch längere Zeit fortgesetztes Digeriren des äußerst voluminösen Niederschlages von Schwefeleisen mit Schwefelammoniack, nicht vollständig trennen läßt. Der Chromgehalt würde sich bekanntlich bei Anwendung von Schwefelammoniack gar nicht auffinden lassen, weil sich die Chromsäure in Oxydul verwandelt, das mit dem Schwefeleisen gleichzeitig niederfällt.

Wenn die saure Flüssigkeit durch essigsaures Bleioxyd nicht mehr getrübt wird, so sammelt man den Bodensatz auf dem Filtrum und süßt ihn zuerst mit Essigsäure und dann mit Wasser vollkommen aus. 100 Theile dieses, in bedeckten Porzellantiegeln schwach geglüheten Niederschlages enthalten 19,4 Theile Phosphorsäure, indem das unter den

angegebenen Umständen erhaltene phosphorsaure Bleioxyd, wie ich durch mehrfache Versuche belehrt worden bin, aus 4 Mischungs-Gewichten Bleioxyd und aus 3 M. G. Phosphorsäure zusammen gesetzt ist. Nach den neuesten Untersuchungen des Hn. Berzelius bestehen jene 19,4 Phosphorsäure aus 8,525 Phosphor und 10,875 Sauerstoff, so daß 100 Theile jenes Niederschlages 8,525 Phosphor enthalten.

Wenn der mit essigsaurem Bleioxyd erhaltene Niederschlag aber gelblich gefärbt ist, so enthält er nicht bloß Phosphorsäure, sondern auch Chromsäure. Die Quantität der letzteren habe ich immer höchst unbedeutend gefunden. Soll sie genau bestimmt werden, so muß der Niederschlag in concentrirter Salzsäure, welche mit dem dreifachen Volum Alkohol verdünnt ist, aufgelößt werden. Die Flüssigkeit wird durch Filtriren von dem Chlorblei geschieden und mit Schwefelwasserstoffgas behandelt, um alles Bleioxyd vollständig zu entfernen. Die filtrirte und dann erhitzte Flüssigkeit wird nach dem Erkalten mit Aetzammoniack versetzt, welches das aus der Chromsäure durch den Alkohol gebildete Chromoxyd mit grünlicher Farbe niederschlägt.

Molybdän und Wolfram habe ich noch niemals im Eisen gefunden. Käme es aber darin vor, so würde sich neben dem phosphorsauren und chromsauren Bleioxyd, auch molybdänsaures und wolframsaures Bleioxyd niederschlagen, die sich leicht durch Auflösen des Niederschlages in Salzsäure, und durch den Zusatz von Schwefelammoniack zu der sauren Auflösung auffinden lassen würden. Es würde sich Schwefelblei niederschlagen und Molybdän- und Wolframschwefel würden in der Flüssigkeit zurück bleiben, aus welcher sie durch einen Zusatz von Säure im geschwefelten Zustande gefällt werden müßten. — Wenn das Eisen Arsenik enthalten sollte, so würde sich neben dem phosphorsau-

ren auch arsenikſaures Bleioxyd in dem Niederſchlage befinden, welches eben ſo wie das molybdän- und wolframſaure Bleioxyd zu behandeln wäre. — Obgleich man daher ſehr wohl thut, die durch das eſſigſaure Bleioxyd erhaltenen Niederſchläge, auch wenn ſie ganz ungefärbt ſind, indem auch das arſenikſaure Bleioxyd ſich mit vollkommen weißer Farbe niederſchlägt, vor dem Löthrohr näher zu unterſuchen; ſo enthalten ſie doch außer der Phosphorſäure ſchwerlich etwas anderes als Spuren von Chromſäure; es ſei denn, daß die Beſchaffenheit der Eiſenerze den Verdacht eines Arſenik- oder Wolframgehaltes des Eiſens erregen könnte.

§. 333.

Der Siliciumgehalt des Eiſens muß theils in den Rückſtänden von der Auflöſung, theils in der ſauren Auflöſung ſelbſt aufgeſucht werden. Ein Theil der Kieſelerde wird nämlich von der Säure mit aufgenommen, und Eiſen, welches beim Auflöſen in Säuren keine Kieſelerde zurück läßt, iſt deshalb noch nicht ganz frei von Silicium. — Das Calcium wird beim Auflöſen des kohlehaltigen Eiſens in Säuren, von den letzteren völlig aufgelößt; nicht ſo verhält es ſich mit der Bittererde, von welcher ein Theil in dem Rückſtande aufgeſucht werden muß. — Aus den Erfahrungen der Herren Stodart und Faraday (§. 252) muß man ſchließen, daß ſich die Thonerde eben ſo verhält, obgleich die geringen Spuren von Thonerde, welche ich in dem von mir unterſuchten Wootz gefunden habe, von der Säure wirklich mit aufgelößt worden ſind. — Kalkerde habe ich noch niemals im Stabeiſen, wohl aber in unbeſtimmbarer Menge im Roheiſen gefunden. Bittererde wird ebenfalls nur im Roheiſen angetroffen.

Um den Gehalt des Eiſens an Erdbaſen und an Titan auszumitteln, bedient man ſich am beſten des Kö-

nigswassers zur Auflösung. Auch ist es gut, Siedhitze anzuwenden, damit alle säurefähigen Basen gesäuert werden und die Untersuchung der Rückstände dadurch erleichtert wird. Diese bestehen bloß aus Kohlemetall (bei der Untersuchung des grauen Roheisens) aus oxydirter Kohle, aus Kieselerde und zuweilen aus etwas Bittererde. Die Kohle wird unter der Muffel des Probirofens vollkommen verbrannt und der weiße Rückstand gewogen. Man digerirt ihn mit Salzsäure, seihet die Flüssigkeit durch, sättigt sie mit Aetzammoniack und zersetzt sie dann mit Kalkwasser, wodurch sogleich eine Trübung entsteht, wenn der Rückstand noch Bittererde anßer der Kieselerde enthalten hätte.

Die königssaure Auflösung kann nun, außer dem Eisenoxyd, dem Manganoxydul und den Oxyden von anderen schweren Metallen, noch Phosphorsäure, Arsenikſäure u. s. f. und Erden enthalten. Die Oxyde der schweren Metalle, wenn man Ursache hat, dieselben in der Auflösung zu vermuthen, müssen durch einen besonderen Versuch ausgemittelt und bestimmt werden. Die königssaure Auflösung versetzt man mit so viel Weinsteinsäure, daß durch Uebersättigung der Auflösung mit Aetzammoniack kein Niederschlag entsteht. Weil alle Weinsteinsäure noch einen geringen Rückhalt von Kieselerde besitzt, so muß dieser vorher durch Verkohlen und Einäschern einer bekannten Quantität Weinsteinsäure genau ausgemittelt werden. — Die stark ammoniakalische Flüssigkeit wird mit Hydrothion-Ammoniack versetzt, und wenn sich nach wiederholtem Aufrühren des voluminösen Niederschlags, beim Zusatz von Hydrothion-Ammoniak, keine Trübung mehr einstellt, kann zum Filtriren geschritten werden, nachdem man dem Niederschlag einige Zeit gelassen hat, sich zu Boden zu setzen. Das Aussüßen muß ununterbrochen mit Wasser, welches mit Hydrothion Ammoniack versetzt ist, geschehen, weil sich sonst et-

was Schwefeleisen auflößt und mit durchs Filtrum geht. Die durchgeseihete Flüssigkeit wird aufgekocht und mit Salzsäure gesättigt, um alle Schwefelverbindungen zu zersetzen. Der Schwefelarsenik, wenn er vorhanden wäre, würde dadurch mit abgeschieden werden.

Die Flüssigkeit enthält jetzt, außer der Phosphorsäure sämmtliche Erden und das Titanoxyd, welche im metallischen Zustande mit dem Eisen verbunden waren. Sie wird abgedampft, die ammoniakalischen Salze werden verflüchtigt und der kohlige Rückstand wird unter der Muffel des Probirofens eingeäschert. Von dem Gewicht der Asche wird der durch die Weinsteinsäure hineingebrachte Gehalt an Kieselerde abgezogen, um das wahre Gewicht der Asche zu erhalten. Wenn das Eisen viel Phosphor enthält, so pflegt die Asche sehr stark zusammen zu backen. Sie muß mit einer reichlichen Menge von kohlensaurem Kali im Platinatiegel geschmolzen und die geschmolzene Masse in siedendem Wasser aufgeweicht werden. Der Rückstand wird auf Kieselerde, Thonerde, Kalkerde, Bittererde und Titanoxyd geprüft. Die alkalische Flüssigkeit enthält nur Kieselerde und Phosphorsäure (wenigstens habe ich niemals Thonerde darin gefunden). Der Rückstand wird mit Salzsäure digerirt und eingetrocknet, ohne die Hitze zu sehr zu steigern, indem alsdann beim Aufweichen mit Wasser bloß Kieselerde zurück bleibt. Die wässrige filtrirte Auflösung wird mit Aetzammoinack versetzt, welches das Titanoxyd und die Thonerde, wenn diese vorhanden ist, niederschlägt. Beide würden sich nur durch Schmelzen mit kohlensaurem Kali, welches bloß die Thonerde aufnimmt, indem das im Wasser unauflösliche titansaure Kali zurück bleibt, trennen lassen. Die durch Ammoniack zersetzte Flüssigkeit wird mit oxalsaurem Ammoniack auf einen möglichen Gehalt an Kalkerde geprüft und dann mit einer wässrigen Auflösung

von kohlensaurem Kali in der Siedhitze zersetzt, um sich von dem Vorhandenseyn der Bitterde zu überzeugen.

§. 334.

Der Mangangehalt des Eisens läßt sich am besten durch einen besonderen Versuch bestimmen. Das Eisen wird in der Siedhitze in Königswasser aufgelößt und die stark angesäuerte Auflösung, in möglichst niedriger Temperatur, sorgfältig und durch successiv erfolgende Zusätze einer wässrigen Auflösung von kohlensaurem Ammoniack zersetzt. Wenn das Eisen vollkommen oxydirt war und wenn die Flüssigkeit mit recht vielem Wasser verdünnt und stark angesäuert wird; so bleibt der ganze Manganoxydulgehalt der Auflösung in der Flüssigkeit zurück. Ich habe dieses Scheidungsverfahren eben so vollkommen gefunden, als das mit bernsteinsaurem Ammoniack, welches sehr viele Cautelen erfordert und in der Anwendung sehr kostbar ist. Das saure kohlensaure Kali leistet zwar noch bessere Dienste, als das einfach kohlensaure; allein wenn die Auflösung sehr stark angesäuert war, so entbindet sich auch aus dem kohlensauren Ammoniack so viel Kohlensäure, daß kein Manganoxydul niedergeschlagen wird. — Die Farbenlosigkeit der Auflösung giebt indeß, wenn das zu untersuchende Eisen viel gebundene Kohle enthält, kein Criterion für die vollständig erfolgte Zersetzung, weil die Kohle die Flüssigkeit auch dann noch gelb färbt, wenn sie keine Spur von Eisenoxyd mehr enthält. Weun die geröthete Lacmustinctur schwach geblauet wird, muß mit dem Zusatz des kohlensauren Ammoniack eingehalten, und die Flüssigkeit möglichst schnell filtrirt, auch mit dem Aussüßen mit kaltem Wasser ununterbrochen fortgefahren werden. Die Flüssigkeit wird mit einigen Tropfen Salzsäure vollständig neutralisirt und dann durch Abdampfen koncentrirt. Sie könnte außer dem Man-

gan-

ganoxydul, noch Kalkerde und Bittererde enthalten, weshalb es vorzuziehen ist, sie durch Hydrothion-Ammoniack niederzuschlagen, das Schwefelmangan zu sammeln, in koncentrirter Salzsäure aufzulösen, zu filtriren und die saure Flüssigkeit in der Siedhitze mit kohlensaurem Kali zu zersetzen. Der Niederschlag wird gesammelr und in einem offenen Tiegel anhaltend geglühet. 100 Theile desselben entsprechen 72, 75 Theilen reguliniſchem Mangan.

§. 335.

Der Gehalt des Eisens an Kupfer, Arsenik, Blei, Zinn, Wismuth, Antimon und Silber, wird am leichtesten und vollkommensten dadurch ausgemittelt, daß durch die königssaure und stark verdünnte Auflösung des Eisens, ein starker Strom von Schwefelwasserstoffgas geleitet wird. Der Niederschlag muß auf einem Porzellanscherben sorgfältig abgeröstet werden, um den vielen Schwefel zu verbrennen, welcher, wegen der Umänderung des Eisenoxyds in Oxydul, jedesmal mit niederfällt. Verflüchtigt sich der Schwefel ohne Rückstand, so enthält das Eisen wenigstens keine Beimengungen von den genannten Metallen, deren Sulphurete oder Oxyde nicht flüchtig sind. Bleibt ein Rückstand, so muß derselbe nach der Beschaffenheit der Metalles, welches man vermuthet, in Salpetersäure oder in Königswasser aufgelößt werden. Wäre das Eisen eines Arsenik- oder eines Antimon-Gehaltes verdächtig, so ist es besser, das Abrösten des Niederschlages zu unterlassen.

Geringe Quantitäten Silber lösen sich wirklich in Königswasser auf, indem kein Hornsilber niederfällt, oder in dem Rückstande von der Auflösung des Eisens in Königswasser angetroffen wird. Solche äußerst geringe Beimischungen von Silber lassen sich nur durch Behandlung der Auflösung mit Schwefelwasserstoffgas auffinden.

Ein praktisch anwendbares Verfahren, sehr geringe Beimischungen von Zink, im Eisen mit aller Zuverlässigkeit auszumitteln und quantitativ zu bestimmen, ist noch nicht bekannt. Das Ammoniack ist gewiß kein scharfes Trennungsmittel und eben so wenig Zuverlässigkeit verdient die Behandlung des frisch niedergeschlagenen Eisenoxyds mit Aetzkali. — Genauer ist die Scheidung durch bernsteinsaures Ammoniack, welche auch bei der Scheidung des Eisens von Nickel und Kobalt anzuwenden ist, nur muß das Eisen in der sauren Auflösung vollkommen oxydirt, und die Auflösung selbst mit Aetzammoniack völlig neutralisirt seyn, ehe das Eisenoxyd durch bernsteinsaures Ammoniack niedergeschlagen wird. Eine starke Verdünnung der Auflösung ist dabei sehr zu empfehlen.

§. 336.

Bei so geringen Beimischungen, als sich in den verschiedenen Eisenarten gewöhnlich finden, ist es fast nothwendig, die quantitative Bestimmung eines jeden einzelnen beigemischten Körpers durch einen besonderen Versuch vorzunehmen. Außer der Kohle, dem Schwefel, Phosphor, Silicium, nebst Spuren von Titan und Chrom, und außer dem Mangan, welches vielleicht niemals fehlt, werden andere Beimischungen nur höchst selten und gewissermaßen nur als Ausnahmen angetroffen.

Berlin, gedruckt bei A. W. Hayn.

Bei demselben Verleger, Fr. Laue in Berlin, sind nachstehende empfehlenswerthe Werke erschienen, und um beigesetzte Preise durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

(NB. 30 Sgr. sind gleich 1 Rthlr, 20 Sgr. sind gleich 1 Fl. Conv. Münze oder gleich 1 Fl. 12 Xr. Rheinl.)

Karsten, Dr. C. J. B. metallurgische Reise durch einen Theil von Baiern und durch die süddeutschen Provinzen Oesterreichs, mit 1 Kupfertafel gr. 8. 821. 2 Rthlr. 15 Sgr.

Forstner, Alex. Frhr. v., die Sphärik, oder Lehrbuch der sphärischen Geometrie und Trigonometrie mit 1 Kupfertafel, gr. 8. 14½ Bog. 827. 1 Rthlr. 7½ Sgr.

— einige Betrachtungen über d. Weltgebäude, Schreibpap. gr. 12. 825. 12½ Sgr.

Enderlein K. Anweisung zum Vierschachspiel, mit einer durchgeführten Vierschachpartie, mit 1 Steindrucktaf. gr. 12. 826. 15 Sgr.

Daum, Frh. v., Beiträge zur Beförderung des Geschäftsbetriebes der Regulierungs- und Gemeinheitstheilungs-Kommissarien. 2 Bde, gr. 4. 826 und 27. 8 Rthlr

(Es werden die Bände auch einzeln erlassen). — Inhalt des 1sten Bdes: Tafeln zur Reduktion des Waizens, der Gerste, Bohnen, des Heues u. s. w. in Roggenwerth und Berechnung des Reinertrags von 1 Quadratruthe bis 1000 Morgen und zwar von ¼ bis 150 Metzen Reinertrag pro Morgen. — Der 2te Band handelt von den Unterhaltungskosten des Gesindes, des Viehes, von den Kosten der beim Acker- und Wiesenbau vorkommenden Arbeiten u. s. w, so wie vom Ertrage des Viehstandes, des Ackers, der Wiesen u. s. w.

Immermann K. Cardenio und Celinde; Trauerspiel in 5 Akten gr. 8. 826. 25 Sgr.

Rellstab, L. Sagen und romantische Erzählungen, 2 Bde 8. 825 und 26. 2 Rthlr. 7½ Sgr.

— Gedichte. 1r 8. 827. 1 Rthlr. 5 Sgr.

Scott, Walter, über das Leben und d. Werke der berühmtesten, vorzüglich englischen Romandichter; übers. u. mit einem Anhang versehen von L. Rellstab, 3 Bände 8. 826. 54½ Bogen. 2 Rthlr. 15 Sgr.

Inhalt: Fielding, Smollett, Lesage, Johnstone, Sterne, Goldsmith, Johnson, Macenzie, Walpole, Clara Reeve, Richardson, Cervantes Saavedra (von Smollett), Anh. zu Goldsmiths Leben, Swift, Bage, Cumberland, Anna Radcliffe. Anhang des Uebersetzers.

Königliche Bibliothek Staatsbibliothek Berlin

Im Preise herabgesetzte Bücher.

Von mehreren Seiten dazu aufgefodert, habe ich mich entschlossen, die Preise nachfolgender Werke bedeutend herunterzusetzen, und zwar so lange, als die zu diesem Zweck bestimmte Anzahl Exemplare ausreichen wird. — Sämmtliche Buchhandlungen liefern bis dahin diese Werke zu den angezeigten Preisen.

Steffens, H., vollständiges Handbuch der Oryktognosie, 4 Bde 12. 811 bis 24. (sonst 10 Rthlr.) jetzt 6 Rthlr.
(einzeln bleiben die alten Preise, nämlich 1r, 2r und 3r jeder 2 Rthlr; 4r nebst Supplementen 4 Rthlr.)

Reil, Joh. Chr., Entwurf einer allgemeinen Pathologie, 3 Bde gr. 8. 816. (sonst 4 Rthlr. 20 Sgr.) jetzt 3 Rthlr.
(einzeln bleibt 1r 2 Rthlr; 2r und 3r jeder 1 Rthlr 10 Sgr)

— und Hofbauers Beiträge zur Beförderung einer Kurmethode auf physischem Wege, 2 Bde z. 4 Stck. gr. 8. 807—12. (sonst 6 Rthlr.) jetzt n. 4 Rthlr.

— und Autenrieths Archiv f. d. Physiologie 12 Bde, jeder aus 3 Hften gr. 8. 796 — 815. (sonst 27 Rthlr. 15 Sgr.) jetzt n. 16 Rthlr.

1r bis 6r Bd. zusammengenommen ord. 10 Rthlr.
7r bis 12r Bd. zusammengenommen ord. 12 Rthlr.
Die einzelnen Hefte behalten die alten Preise, nämlich Hft 1s bis 5s, 7s — 11s, 13s — 18s, à 15 Sgr. 19s u. 20s, à 22½ Sgr. 6s, 12s, 21s, bis 36s, à 1 Rthlr.

Bayerische Staatsbibliothek München

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Karsten, Carl J. B.,

Handbuch der Eisenhüttenkunde

Bd.: 1

Berlin 1827

BHS I C 73 a-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10706028-6